بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

محبوبه صرامی

استاد راهنما

دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور

دکتر منوچهر قلی‌پور

دکتر احمد غلامی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : کشاورزی

گروه : زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم محبوبه صرامی

تحت عنوان: اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۸ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه عالی مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
آقای دکتر حمید عباس دخت		آقای دکتر احمد غلامی	
		آقای دکتر منوچهر قلی پور	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
آقای دکتر حسن مکاریان		آقای دکتر کامبیز جهان بین	
آقای دکتر هادی قربانی			

تقدیم به

آنکه علم او محیط به آنچه در پیش رو و آنچه در پشت سر است ؛

مادر فداکارم، او که دعای خیرش را بدرقه راهم کرد ؛

پدر بزرگوارم، که یادش در همه حال همراهی ام نمود ؛

خواهر و برادرانم که همیشه در کنارم حضور داشتند.

اساتید ارجمندم که اندیشیدن را به من آموختند نه اندیشه را ؛

و آنهایی که معتقدند بن بستی وجود ندارد و بر این باورند که یا راهی خواهند یافت، یا راهی خواهند ساخت.

تشکر و قدردانی

ستایش پرودگار را که جهان را بر اساس علم و عدل و حکمت آفرید و به این بنده ناچیز توفیق انجام این پژوهش را ارزانی داشت.

شایسته است از مادر مهربانم و تنها خواهر دلسوز و برادران عزیزم، بهترین‌های بی‌بدیل زندگیم که در تمام عرصه‌های زندگی یاورم بودند تشکر و قدردانی کنم.

از تمام دوستان و عزیزانم از جمله خانم‌ها پروین حجازی راد، انیسه قزلباش، فهیمه دشت پیما، فرانک نعل چگر، عصمت انباز و آقای مسعود رستمی که مرا در انجام این پایان نامه همراهی کردند کمال تشکر را دارم. امید است که این ناچیز قدری از زحماتشان را سپاس گوید.

محبوبه صرامی

بهمن ۱۳۹۲

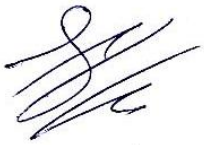
تعهد نامه

اینجانب **محبوبه صرامی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **زراعت** دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا** تحت راهنمائی **آقای دکتر حمید عباس دخت** متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۸

امضای دانشجو



مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .

اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

چکیده

جهت ارزیابی اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و سطوح تقسیط شده کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۹۱ در دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. فاکتورها شامل باکتری برادی‌ریزوبیوم جاپونیکوم و تقسیط کود اوره بود. عامل باکتری در ۲ سطح شامل : مصرف و عدم مصرف و کود اوره در ۷ سطح شامل : A-عدم مصرف، B-۵۰ کیلوگرم همزمان با کاشت ، C-۱۰۰ کیلوگرم همزمان با کاشت، D-۱۵۰ کیلوگرم همزمان با کاشت ، E-۲۵ کیلوگرم پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه، F-۵۰ کیلوگرم پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه، G-۷۵ کیلوگرم پس از استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه بودند. نتایج نشان داد اثرات اصلی باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و تقسیط کود اوره بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشت. همچنین اثر متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره روی تمام صفات مورد مطالعه (به استثنای عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته) اثر معنی‌داری داشت. بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، درصد پروتئین، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، عملکرد بیولوژیک از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه بدست آمد. بیشترین عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در غلاف، درصد پروتئین، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه بدست آمد. بیشترین مقدار وزن هزار دانه و درصد روغن از ترکیب تیماری تلقیح و عدم مصرف کود اوره بدست آمد.

کلمات کلیدی: تقسیط نیتروژن، سویا، عملکرد، کود زیستی

مقالات مستخرج از پایان نامه :

۱- بررسی اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف تقسیط کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. دومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم (دانشگاه محقق اردبیلی).مرداد ۱۳۹۲

۲- بررسی اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد دانه و روغن. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی (جزیره قشم).آبان ۱۳۹۲

۳-بررسی اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کوداوره بر عملکرد دانه و سرعت رشد سویا. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی (جزیره قشم).آبان ۱۳۹۲

۴-بررسی اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کوداوره بر عملکرد دانه و سطح برگ سویا. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی (جزیره قشم).آبان ۱۳۹۲

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم: مرور منابع

۲ ـ ۱ ـ تاریخچه سویا ۶

۲ ـ ۲ ـ اهمیت سویا ۶

۲ ـ۳ ـ گیاهشناسی سویا ۷

۲-۳-۱- ریشه ۷

۲ ـ ۳-۲- ساقه ۸

۲ ـ ۳-۳- برگ ۸

۲ ـ ۳-۴- گل‌آزین ۹

۲ ـ ۳ ـ ۵ ـ میوه ۹

۲ ـ ۳-۶ ـ گره‌بندی ۱۰

۲ ـ ۴ ـ ارزش غذایی دانه ۱۰

۲ ـ ۵ ـ اکولوژی ۱۱

۲ ـ ۶ ـ کود ۱۲

۲ ـ ۶ ـ ۱ ـ عوامل مؤثر انتخاب کود ۱۳

۲ ـ ۶ ـ ۲ ـ زمان و روش کوددهی ۱۴

۲ ـ ۶ ـ ۳ ـ اثرات نامطلوب کودهای شیمیایی بر محیط زیست ۱۴

۲ ـ ۷ ـ کود اوره ۱۵
۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ تقسیط کود اوره ۱۵
۲ ـ ۸ ـ فرم‌های قابل استفاده نیتروژن ۱۶
۲ ـ ۹ ـ علائم کمبود نیتروژن در گیاهان ۱۷
۲ ـ ۱۰ ـ منابع تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان ۱۷
۲ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ منابع طبیعی و آلی نیتروژن ۱۷
۲ ـ ۱۱ ـ مروری بر پژوهش های انجام شده در رابطه با پاسخ گیاهان به کودهای نیتروژنه..... ۱۸
۲ ـ ۱۲ ـ تغذیه سویا..... ۲۱
۲ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ ازت ۲۱
۲ ـ ۱۳ ـ نقش نیتروژن در گیاهان ۲۵
۲ ـ ۱۳ ـ ۱ ـ آبشویی ۲۷
۲ ـ ۱۳ ـ ۲ ـ نیترات‌زدایی ۲۷
۲ ـ ۱۳ ـ ۳ ـ تصعید آمونیوم ۲۸
۲ ـ ۱۳ ـ ۴ ـ خروج نیتروژن گازی شکل از گیاه ۲۸
۲ ـ ۱۴ ـ تثبیت نیتروژن ۲۹
۲ ـ ۱۵ ـ کودهای زیستی ۳۰
۲-۱۵-۱- باکتری های افزاینده رشد گیاه ۳۱
۲-۱۵-۲- فعالیت باکتری های افزاینده رشد گیاه ۳۱
۲-۱۵-۳- باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم ۳۲

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳ـ ۱ ـ زمان و محل اجرای آزمایش ۳۸

۳ـ ۲ ـ موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی ۳۸

۳ـ ۳ ـ شرایط آب و هوایی منطقه ۳۸

۳ـ ۴ ـ خصوصیات خاک مزرعه ۳۸

۳ـ ۵ ـ نوع و قالب طرح آزمایشی ۳۹

۳ـ ۶ ـ مشخصات مواد آزمایشی ۴۰

۳ـ ۷ ـ عملیات اجرایی ۴۰

۳ـ ۷ ـ۱- نقشه کشت ۴۰

۳ـ ۷ ـ۲ ـ عملیات آماده سازی زمین و کاشت بذور ۴۱

۳ـ ۷ ـ۳ ـ عملیات داشت ۴۱

۳ـ ۷ ـ۴ ـ نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌ها ۴۲

۳ـ ۷ ـ۵- برداشت نهایی ۴۲

۳ـ ۸ ـ برآورد شاخص‌های رشد ۴۳

۳ـ ۸ـ۱- سرعت رشد محصول (CGR) ۴۳

۳ـ ۹ ـ عملکرد و اجزاء عملکرد..... ۴۳

۳ـ ۱۰ـ ارزیابی صفات ۴۳

۳ـ ۱۰ ـ۱- سنجش کلروفیل ۴۳

۳ـ ۱۰ ـ ۲ـ سنجش درصد روغن دانه ۴۴

۳ـ ۱۰ ـ۳ ـ سنجش درصد پروتئین دانه ۴۵

۳ـ ۱۱ ـ تجزیه آماری داده‌ها ۴۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴ـ ۱ـ اجزاء عملکرد ۴۸

۴ـ ۱ـ۱ـ تعداد غلاف در بوته ۴۸

۴ـ ۱ ـ۲ـ تعداد دانه در غلاف ۵۰

۴ـ ۱ـ۳ـ وزن هزار دانه در بوته ۵۶

۴ـ ۲ ـ عملکرد دانه ۶۲

۴ـ ۳ ـ عملکرد بیولوژیک ۶۵

۴ـ ۴ ـ درصد پروتئین ۷۲

۴ـ ۵ ـ درصد روغن ۷۸

۴ـ ۶ـ کلروفیل a ۸۵

۴ ـ ۷ـ کلروفیل b ۹۱

۴ـ ۸ـ کلروفیل کل ۹۷

۴ـ ۹ـ سرعت رشد محصول (CGR) ۱۰۴

ـ نتیجه‌گیری ۱۰۶

ـ توصیه‌ها و پیشنهادات ۱۰۷

ـ منابع 109

ـ پیوست‌ها ۱۲۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۴-۱: اثر اصلی باکتری بر تعداد غلاف در بوته ۴۸

شکل ۴-۲: اثر اصلی کود اوره در تعداد غلاف در بوته ۴۹

شکل ۴-۳: اثر اصلی باکتری در تعداد دانه در غلاف ۵۰

شکل ۴-۴: اثر اصلی کود اوره در تعداد دانه در غلاف ۵۲

شکل ۴-۵: اثر متقابل باکتری و کود اوره در تعداد دانه در غلاف ۵۵

شکل۴-۶: اثر اصلی باکتری بر وزن هزار دانه در گرم ۵۶

شکل۴-۷: اثر اصلی کود اوره در وزن هزار دانه در گرم ۵۸

شکل ۴-۸: اثر متقابل باکتری و کود اوره در وزن هزار دانه در گرم ۶۱

شکل ۴-۹: اثر اصلی باکتری در عملکرد دانه ۶۲

شکل ۴-۱۰: اثر اصلی کود اوره در عملکرد دانه ۶۴

شکل۴-۱۱: اثر اصلی باکتری در عملکرد بیولوژیک ۶۵

شکل ۴-۱۲: اثر اصلی کود اوره در عملکرد بیولوژیک ۶۷

شکل ۴-۱۳: اثر متقابل باکتری و کود اوره در عملکرد بیولوژیک ۷۱

شکل۴-۱۴: اثر اصلی باکتری در پروتئین ۷۳

شکل ۴-۱۵: اثر اصلی کود اوره در پروتئین ۷۴

شکل ۴-۱۶: اثر متقابل باکتری و کود اوره در درصد پروتئین ۷۷

شکل ۴-۱۷. اثر اصلی باکتری در مقدار روغن..... ۷۸

شکل ۴-۱۸: اثر اصلی کود اوره در مقدار روغن ۸۰

شکل ۴-۱۹: اثر متقابل باکتری و کود اوره در درصد روغن ۸۴

شکل۴-۲۰: اثر اصلی باکتری در مقدار کلروفیل a..... ۸۵

شکل ۴-۲۱: اثر اصلی کود اوره بر کلروفیل a ۸۷

شکل ۴-۲۲: اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در کلروفیل a..... ۹۰

شکل ۴-۲۳: اثر اصلی باکتری در کلروفیل b..... ۹۱

شکل ۴-۲۴: اثر اصلی تقسیط کود اوره بر کلروفیل b ۹۳

شکل۴-۲۵: اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در کلروفیل b ۹۶

شکل ۴-۲۶: اثر اصلی باکتری در کلروفیل کل..... ۹۷

شکل ۴-۲۷: اثر اصلی تقسیط کود اوره در کلروفیل کل..... ۹۹

شکل ۴-۲۸: اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در کلروفیل کل ۱۰۳

شکل ۴-۲۹: روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط تلقیح با باکتری ۱۰۵

شکل ۴-۳۰: روند تغییرات سرعت رشد محصول در تقسیط کود اوره ۱۰۵

پیوست‌ها

جدول ۴-۱: تجزیه واریانس اجزاء عملکرد سویا..... ۱۱۹

جدول ۴-۲: تجزیه واریانس عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک سویا..... ۱۱۹

جدول ۴-۳: تجزیه واریانس درصد روغن و پروتئین ۱۲۰

جدول ۴-۴: تجزیه واریانس کلروفیل a، b و کل ۱۲۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

امروزه سویا به عنوان یک محصول استراتژیک نه تنها پاسخگوی مصارف غذایی متنوع و متعدد می‌باشد، بلکه مصارف صنعتی فراوانی نیز یافته است. این گیاه از لحاظ تولید پس از گندم و ذرت در رده سوم و از نظر ارزش غذایی پس از ذرت در رده دوم قرار دارد. سویا علاوه بر تأمین روغن و پروتئین نقش عمده‌ای در تثبیت بیولوژیکی ازت داشته و بر حاصلخیزی خاک می‌افزاید. از شاخ و برگ این گیاه نیز جهت تعلیف دام استفاده می‌شود (کریمی، ۱۳۷۵). سویا از نظر تولید روغن خوراکی در جهان رتبه اول را دارد (فاس، ۲۰۰۵). به دلیل وابسته بودن کشورمان به مواد روغنی و پروتئینی تولید سویا از ضروریات مسلم بوده و اتفاق نظر موجود جهت توسعه این گیاه ایجاب می‌کند تا برای یافتن اطلاعات لازم و روش‌های صحیح کشت و ترویج آن، تحقیقات ضروری صورت گیرد. در حال حاضر توجه جهانی به امر کشاورزی پایدار و به‌کارگیری علوم فنون جدید در مزارع برای به حداقل رساندن خسارت منابع و حداکثر بهره‌برداری از آن مطرح است.

با توجه به محدودیت منابع آب و خاک در ایران، بهترین راه قابل قبول برای توسعه تولیدات کشاورزی افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. برای این منظور شناخت عوامل مؤثر بر افزایش عملکرد در واحد سطح ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این عوامل، افزایش کارایی استفاده از مواد غذایی مورد نیاز گیاه است. نیتروژن از جمله مهم‌ترین موادغذایی است که باید از خاک و کود برای گیاه تأمین شود (سالاردینی، ۲۰۰۵). همچنین مصرف باکتری در کشت سویا به جای کود ازته (یکی از عوامل آلوده کننده محیط زیست) نیز بر اهمیت آن می‌افزاید (مظاهری و رضوی، ۱۳۷۴). نیتروژن یکی از عناصر پر نیاز و کلیدی برای رشد گیاه است و زیان‌های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه کودهای نیتروژنه در کشاورزی در سطح جهان مطرح می‌باشد. انتخاب جایگزین مناسب برای این کودها جهت جلوگیری از مشکلات موجود منطقی به نظر می‌رسد. تثبیت نیتروژن

مولکولی که یک واکنش بیولوژیک برای نیتروژن اتمسفری به فرم قابل استفاده گیاه است می‌تواند این وظیفه مهم را به عهده گیرد (اصغرزاده و همکاران، ۱۳۷۹).

امروزه در برنامه‌ریزی برای سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از همزیستی رایزوبیوم_لگومینوز ضرورتی اساسی تلقی می‌شود (صالح راستین، ۱۳۸۰). باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در گیاهان خانواده بقولات از ارزش قابل ملاحظه‌ای در افزایش دانه و بعضی فاکتورهای کمی و کیفی برخوردار هستند. سویا که جزو خانواده بقولات است از این قاعده مستثنی نبوده و تحقیق و بررسی در مورد باکتری‌های همزیست با سویا زمینه مساعدی را برای دستیابی به افزایش محصول دانه ایجاد می‌نماید (تکروراسل، ۱۹۹۱). کود نیتروژنه قادر است قابلیت گیاه زراعی را در بازداشتن رشد علف‌هرز افزایش دهد (گروندی و همکاران، ۱۹۹۳). توانایی گیاه سویا در همزیستی با باکتری تثبیت کننده نیتروژن موجب شده که این گیاه اتکای کمتری به منابع نیتروژن خاک داشته باشد به طوری که میزان پروتئین در گیاه همزیست با باکتری ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان فاقد باکتری بوده است (کریشنان و همکاران، ۲۰۰۰). گونه ریزوبیومی که میزبان اختصاصی گیاه سویا است برادی ریزوبیوم جاپونیکوم نام دارد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۰). مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که پتانسیل تثبیت نیتروژن مولکولی در گیاهان خانواده لگوم‌ها از جمله سویا، علاوه بر عوامل محیطی مانند ویژگی‌های خاک، اقلیم و مدیریت زراعی به مقدار زیاد تحت تأثیر دو عامل سویه باکتری و رقم گیاه قرار دارد. چنانچه این دو عامل مهم به گونه‌ای مناسب انتخاب شده و بکار روند، سیستم همزیستی سویا-برادی ریزوبیوم جاپونیکوم توان زیادی برای تثبیت نیتروژن مورد نیاز گیاه و تأمین آن خواهد شد. مصرف باکتری در کشت سویا به جای کود نیتروژنه نیز بر اهمیت آن می‌افزاید. تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم با کاهش مصرف کودهای نیتروژنه و هزینه‌های مربوط به آن از آلودگی نیترات حاصل از این کودها جلوگیری می‌نماید (نجات پیرولی بیرانوند و همکاران، ۱۳۸۵).

با توجه به مطالب فوق و در راستای جلوگیری از پتانسیل تثبیت نیتروژن توسط باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و همچنین استفاده مناسب از کود اوره به کار برده شده آزمایشی تحت عنوان اثر تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا *(Glycin max* L.) صورت گرفت.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه سویا

سوژا یا سویا *Glycin max* L. از خانواده *Fabaceae* است، حدود چهل گونه دارد که به صورت بوته‌های درهم پیچیده دیده می‌شوند و در منطقه آسیا و استرالیا پراکنده‌اند. سویا یکی از چهار محصول اصلی غذایی در جهان به حساب می‌آید و سطح زیر کشت آن در دنیا ۹۸۸۲۶۸۶۷ هکتار و میزان تولید آن ۲۲۲۲۶۸۹۴۰ تن در سال ۲۰۰۹ گزارش شده است، در همین سال سطح زیر کشت سویا در ایران حدود ۸۴۰۰۰ هکتار با میزان تولید سالانه ۲۰۷۴۷۶ تن برآورده شده است (فاستات، ۲۰۱۰). استان‌های گلستان، اردبیل و مازندران به ترتیب بیش‌ترین تولید کشور را به عهده دارند (آنونیموس، ۲۰۰۶). سویا یکی از دانه‌های روغنی سرشار از پروتئین است که هم اکنون از منابع اصلی روغن خوراکی در جهان به شمار می‌آید. سویا قرن‌هاست که در کشور چین به عنوان یک ماده غذایی با ارزش برای انسان و دام برای استخراج روغن کشت می‌شود (احمدی، ۱۳۷۸). از لحاظ تولید، کشور ایالات متحده آمریکا در مقام اول، و در کشورهای جمهوری خلق چین و برزیل به ترتیب در مقام‌های دوم و سوم قرار دارند (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹).

۲-۲- اهمیت سویا

دانه خشک لوبیای روغنی دارای ۱۸ تا ۲۵ درصد روغن و ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد. درصد روغن و پروتئین تحت تأثیر شرایط محیطی رشد، عملکرد و میزان تثبیت نیتروژن هوا یا مقدار نیتروژن خاک قرار می‌گیرد. به طور میانگین، از هر تن دانه ارقام روغنی (با استخراج توسط حلال) حدود ۱۸۰ کیلوگرم روغن و ۷۶۰ کیلوگرم کنجاله حاوی ۴۴ درصد پروتئین بدست می‌آید (خواجه پور، ۱۳۸۳). روغن سویا ۲۰ تا ۲۵ درصد کل تولید روغن و چربی جهان و ۳۰ تا ۳۵ درصد کل تولید روغن نباتی خوراکی را شامل می‌شود (امام و ثقه الاسلامی، ۱۳۸۴). پروتئین سویا بعد از پروتئین‌های حیوانی از لحاظ مرغوبیت در درجه اول اهمیت قرار دارد و روغن استخراج شده از دانه‌های آن برای تهیه انواع فرآورده‌ها شامل روغن هیدروژنه، روغن مایع، مارگارین و روغن طباخی مورد استفاده قرار

می‌گیرد، از دیگر فرآورده‌های سویا می‌توان به نوشابه، چسب، مطبوع کننده‌های خمیری، فرآورده‌های مشابه شیر، پنیر و گوشت اشاره کرد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۳- گیاهشناسی سویا

سویا با نام علمی *Glycine max* L. که در ایران آن را با نام سوژا نیز می‌شناسند، از دانه‌های روغنی است که حداقل از حدود ۲۸۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در چین کشت می‌شده و از گیاهان مقدس به شمار می‌رفته است. سویا در دهه دوم قرن اخیر به ایران آورده شد ولی بررسی‌های انجام شده روی آن موفقیت‌آمیز نبود. در سال ۱۳۴۱ گروه صنعتی بهشهر مقداری بذر سویا وارد کرد و به توسعه کشت آن در شمال کشور پرداخت (خواجه پور، ۱۳۸۵). سویا گیاهی است دیپلوئید (۲n=۴۰)، یکساله و از تیره باقلا (Fabaceae) که به صورت بوته‌ای استوار و نسبتا پر شاخ و برگ رشد می‌کند. این گیاه روز کوتاه است و بیش از هر محصول زراعی دیگر نسبت به طول روز حساسیت نشان می‌دهد. مقدار رشد رویشی و طول دوره رشد به رقم، طول روز، دمای محیط و تاریخ کاشت بستگی دارد ولی بسیاری از ارقام مورد کاشت در ایران سیکل زندگی خود را طی ۹۰ تا ۱۴۵ روز به اتمام می‌رسانند (خواجه پور، ۱۳۸۵).

۲-۳-۱- ریشه

سویا دارای ریشه اصلی عمیق بوده که می‌تواند تا ژرفای ۱۵۰ سانتی متر در خاک نفوذ کند. سیستم ریشه حجیم به نوع رقم سویا نیز بستگی دارد. از ریشه اصلی، ریشه‌های فرعی حاصل می‌گردند که دارای پراکنش افقی بوده (موازی سطح خاک) که پس از ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر رشد به علت رقابت ریشه‌های ردیف‌های همسایه به سمت عمق گرایش پیدا کرده و تا ژرفای نفوذ ریشه اصلی در خاک فرو می‌روند (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹). حصول حداکثر محصول سویا تا حدود زیادی بستگی به وجود ریشه سیستمی حجیم همراه با غده‌های تثبیت کننده ازت دارد. گسترش حجیم ریشه در

صورت وجود آب و عناصر غذایی کافی در خاک و تهیه بستر مناسب امکان‌پذیر است (لطیفی، ۱۳۷۲). بر روی سطح ریشه‌های تیره بقولات، پس از تشکیل ریشه‌های موئین، گرهک‌ها یا غده‌هایی تشکیل می‌شوند که حاوی کلنی‌های باکتری تثبیت کننده ازت، به نام رایزوبیوم می‌باشد. این باکتری برای هر یک از گیاهان خانواده بقولات اختصاصی بوده و در مورد سویا از گونه‌ی R.Japonicum می‌باشد. این باکتری از گیاه میزبان ۳ مولکول گلوکز دریافت کرده و به جای آن یک مولکول NH^+ به گیاه می‌دهد، که نتیجه این همزیستی تثبیت ازت می‌باشد (۶۷).

۲-۳-۲- ساقه

رشد ساقه با خروج محور لپه‌ها از خاک شروع شده و با تکامل دانه‌ها در داخل نیام پایان می‌یابد (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹). ساقه سویا گرد، غالبا کرکدار، از نظر رنگ بنا به واریته متنوع و ارتفاع آن بین ۴۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر و میانگره‌های پایین‌تر به مرور زمان چوبی می‌شوند هر چند که ارقام جدید سویا کمتر از شش شاخه دارند اما معمولا بوته‌های سویا پر شاخ و برگ‌اند و تیپ‌هایی با گلدهی محدود و نامحدود وجود دارند.

۲-۳-۳- برگ

سویا دارای ۴ نوع برگ است که شامل لپه‌ها، برگ‌های اولیه تک برگچه‌ای، برگ‌های سه برگچه‌ای و برگچه‌های ضمیمه می‌باشد (لطیفی، ۱۳۷۲). برگ‌ها روی ساقه به طور متناوب قرار گرفته‌اند و هر برگ مرکب معمولا از سه برگچه نسبتا بزرگ بیضی شکل تشکیل شده است. این برگچه‌ها معمولا دارای انتهایی باریک‌اند و برگ روی یک دمبرگ بلند و کرکدار قرار گرفته است (صدری، ۱۳۸۲). اکثر برگ‌ها به رنگ سبز تیره‌اند، اما ممکن است در مزرعه برگ‌های با ته رنگ قهوه‌ای، قرمز یا آبی مشاهده شوند حداکثر مقدار شاخص پوشش برگ گیاه ۸-۵ عدد معمولا در هنگام گلدهی حاصل می‌شود و در زمان رشد فیزیولوژیکی به ۶-۴ عدد کاهش می‌یابد (ناصری، ۱۳۷۰).

۲-۳-۴- گل آذین

آرایش گل در سویا خوشه کوچکی بوده که از محل محور برگ به‌وجود آمده و هر خوشه حاوی ۸ تا ۱۷ گل به رنگ‌های سفید یا ارغوانی است (کریمی، ۱۳۷۵). گل‌ها در محل اتصال شاخه‌های فرعی به ساقه اصلی و روی شاخه‌های فرعی در محل اتصال دمبرگ به شاخه فرعی تشکیل می‌گردند. تعداد گل‌ها و همچنین محل قرارگیری آن‌ها بر روی گیاه از رقمی به رقم دیگر متفاوت است (ناصری، ۱۳۷۰). ریزش گل از ۲۰ تا ۸۰ درصد در تمام مراحل تولید مثل اتفاق می‌افتد (هندمن، ۱۹۷۰) که دلیل آن موازنه و تعادل عناصر غذایی و مواد فتوسنتزی در اندام‌های زایشی باقی مانده می‌باشد که این کار گیاهان به خود هرسی معروف است. گل سویا به دلیل ساختمان آن تقریبا به طور کامل خودگشن بوده و درصد دگرگشنی آن کمتر از ۰/۵ درصد گزارش شده است (فتحی، ۱۳۷۸).

۲-۳-۵- میوه

میوه سویا مانند تمام گیاهان تیره پروانه‌آسا نیام یا غلاف می‌باشد که در روی ساقه‌های کوتاه به صورت مجتمع به تعداد ۳ تا ۱۵ عدد دیده می‌شود (کریمی، ۱۳۷۵). غلاف کوچک، باریک و پوشیده از کرک و دارای رنگ قهوه‌ای روشن است (صدری، ۱۳۸۲). غلاف‌ها معمولا حاوی ۳ و گاه بیش‌تر دانه‌ی کوچک، سخت، گرد و یا بیضوی هستند، که پوسته آن‌ها صیقلی و براق است و یک ناف کوچک مشخص دارد. رنگ دانه بنا به واریته ممکن است زرد، سبز، قرمز، قهوه‌ای یا سیاه باشد (ناصری، ۱۳۷۰). وزن هزار دانه سویا ۶۰ تا ۲۰۰ گرم و با میانگین ۱۵۰ گرم است (بذر ارقام مختلف سویا اندازه‌های متفاوتی دارند مثلاً بذر کلارک درشت و رقم هیل ریز است) و روغن و پروتئین در لپه‌ها ذخیره می‌شود. مهم‌ترین مواد مغذی موجود در سویا شامل ویتامینE ، فیتواسترولها، لستین، ایزوفلاونها، الیگوساکاریدها و پروتئین سویا می‌باشد. سویا حاوی ۲۱-۱۸ درصد روغن، ۴۲-۳۸ درصد پروتئین، ۱۵ درصد قند نامحلول (الیاف رژیمی)، ۱۵ درصد قند محلول (ساکاروز، استاکیوز، رافینوز و ...) و ۱۴ درصد رطوبت، خاکستر و غیره می‌باشد (میرزایی، ۱۳۸۳).

۲-۳-۶- گره‌بندی

گرهک‌ها ممکن است روی ریشه سویا پس از تشکیل ریشه‌های موئین به وسیله باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم به‌وجود آیند (لطیفی، ۱۳۷۲). ساخت و کار عمل فوق به این شرح می‌باشد که از ریشه‌ی سویا اسید آمینه‌ای به نام تریپتوفان به خاک ترشح می‌شود این ماده بلافاصله توسط باکتری ویژه سویا یعنی ریزوبیوم جاپونیکوم تبدیل به اسید اندول استیک می‌گردد و بدین ترتیب خمیدگی در ریشه موئی رخ می‌دهد. باکتری مزبور از طریق این خمیدگی وارد ریشه شده و فعالیت خود را آغاز خواهد نمود. از سوی دیگر شواهدی وجود دارد که گیاه میزبان (سویا) ماده ویژه‌ای به نام لکتین ترشح می‌کند که باعث شناسایی باکتری می‌گردد. باکتری بعد از توقف کوتاهی به سلولهای کورتکس ریشه راه یافته و شروع به تکثیر می‌کند که حاصل این تکثیر به وجود آمدن گره‌ها در ریشه خواهد بود (احمدی، ۱۳۷۸).

۲-۴- ارزش غذایی دانه

دانه خشک سویا دارای ۱۸ تا ۲۵ درصد روغن و ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد. درصد روغن و پروتئین تحت تأثیر شرایط محیطی رشد، عملکرد و میزان تثبیت نیتروژن هوا یا مقدار نیتروژن خاک قرار دارد (خواجه پور، ۱۳۸۵). به طور میانگین از هر تن دانه ارقام روغنی (با استخراج توسط حلال) حدود ۱۸۰ کیلوگرم روغن و ۷۶۰ کیلوگرم کنجاله حاوی ۴۴ درصد پروتئین بدست می‌آید. دانه سویا از لحاظ مواد غذایی قابل هضم، کلسیم، آهن و ویتامین‌ها غنی می‌باشد و ارزش بالایی در تغذیه انسان دارد. وجود ماده فیتواستروژن در پروتئین حاصل از سویا نقش قابل توجهی در کاهش کلسترول خون دارد. دانه سویا دارای انواع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع می‌باشد (جدول ۲-۱) ولی فاقد کلسترول است. زیاد بودن اسیدهای لینولئیک و لینولنیک در روغن سویا سبب بالا بودن خاصیت خشک‌شوندگی و ناپایداری این روغن شده است و آن را برای مصرف مستقیم نامناسب ساخته است. از طریق هیدروژنه‌سازی انتخابی و جداسازی اجزای روغن، انواع مختلفی از روغن سویا جهت طباخی،

تولید مارگارین و مایونز به‌وجود آمده‌اند. مصرف سویا به عنوان مکمل پروتئینی در جیره غذایی طیور به دلیل بالا بودن درصد پروتئین و پایین بودن درصد فیبر کنجاله بسیار مطلوب است. به طور کلی سویا از نظر ترکیب اسیدهای آمینه بیش از سایر حبوبات به پروتئین حیوانی شباهت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۵).

جدول ۲-۱- درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع موجود در روغن سویا (رضوی و مظاهری تیرانی، ۱۳۷۴)

اسید چرب اشباع	درصد	اسید چرب غیر اشباع	درصد
پالمتیک اسید	۱۰/۶	لینولئیک اسید	۵۱/۲
استئاریک اسید	۲/۴	لینولنیک اسید	۲۳/۵
آراشیدیک اسید	۲/۴	اولئیک اسید	۸/۵
میریستیک اسید	۰/۴	پالمیت اولئیک اسید	۱
مجموع	۱۵/۸	مجموع	۸۴/۲

۲-۵- اکولوژی

دامنه سازگاری این گیاه نسبتا وسیع می‌باشد که محدوده گسترده‌ای از شرایط اقلیمی و رشد را در بر می‌گیرد و چنین به نظر می‌رسد که دامنه سازگاری گیاه توسط واکنش آن به متغیرهای محیطی و توانایی انسان در اصلاح ژنتیکی آن به منظور تحمل تنش‌های محیطی تعیین می‌گردد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). سویا اساسا گیاهی است خاص هوای گرم و روز کوتاه که به کانادا، شوروی، آرژانتین، آفریقای جنوبی و استرالیا که ارتفاع آن‌ها از سطح دریا ۳۰۰ متر و طول روز ۱۲ تا ۱۶ ساعت متفاوت است سازگاری داشته است (باسنت و همکاران، ۱۹۷۴). سویا بسیار حساس به

فتوپریود است و این مشکلی بزرگ در انتخاب است (سامر فیلر و همکاران، ۱۹۷۹) زیرا ممکن است ۱۵ دقیقه تفاوت در طول روز مانع از رشد گل در یک واریته خاص شود. بطور کلی ارقام زودرس برای گلدهی و رشد کامل در مقایسه با تیپ‌های دیررس به روزهایی بلندتر نیاز دارند (ناصری، ۱۳۷۰). معمولا سرما بوته های سویا را قبل از رشد کامل، در هر مرحله از رشد که باشند، از میان می‌برد و معمولا یک دوره ۱۲۰ روزه‌ی فاقد سرما برای بازدهی مناسب، مطلوب تلقی می‌شود (ولدنگ و همکاران، ۱۹۷۸). ارقام سویا از لحاظ زودرس در ۱۲ گروه طبقه‌بندی می‌شوند: گروه‌های دو صفر (۰ ۰)، یک صفر (۰)، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰. ارقام گروه‌های دو صفر و یک صفر را در نواحی شمال آمریکا ، کانادا و اروپا که طول روزهای بلندی دارند کاشته می‌شوند. ارقام گروه‌های ۸ به بالا در مناطق خط استوا که طول روز کوتاهی دارند، زراعت می‌گردند (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹).

به طور کلی سویا نه تنها برای سازگاری با جمعیت گیاهی متغیر بلکه با شرایط متغیر در حین رشد نیز، قابلیت زیادی دارد. برای تولید بازدهی زیاد دانه ۷۵۰-۵۰۰ میلی‌متر بارندگی لازم است و هر چند سویا می‌تواند قبل از گلدهی شرایط خاک خشک را تحمل کند، اما هنگامی که جوانه‌ها تشکیل شده باشند و تا زمان پر شدن غلاف‌ها، رطوبت کافی ضروری است (داس و همکاران، ۱۹۷۲).

۲-۶- کود

امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصرغذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است. در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (شریفی عاشور آبادی، ۱۳۷۸). مطالعات بلند مدت نشان می‌دهند که استفاده بیش از حد ازکودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش به علت اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های زیستی خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها درکودهای N P K می‌باشد (آددیران، ۲۰۰۴). این

معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آن‌ها باعث شد که تولید کودهای زیستی مورد توجه جدی قرار گیرد.

رشد مطلوب گیاه و حصول حداکثر کیفیت و کمیت محصول مستلزم وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک است. در صورتی که کمبود عنصر یا عناصر غذایی در خاک وجود داشته باشد، می‌بایستی به صورت کود به خاک اضافه گردد (خواجه پور، ۱۳۸۳). سویا همانند دیگر گیاهان زراعی در جریان رشد به عناصر اصلی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاس احتیاج دارد (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹). از کل میزان مواد غذایی مورد استفاده نباتات ۸۰-۷۰ درصد از ازت و فسفات و ۶۰ درصد از پتاسیم در موقع برداشت در دانه است با این وجود میزان ذخیره ماده غذایی کافی در دانه‌ی رسیده و نیز میزان انباشتگی هر یک از مواد غذایی ثابت نیست. سویا به منظور این که از رشد رویشی بسیار خوبی برخوردار باشد از خاک‌هایی که از حیث داشتن مواد غذایی غنی هستند، به‌راحتی استفاده می‌کنند، و هر چند که محصول در آغاز با کل وزن خشک گیاه افزایش می‌یابد اما پس از رسیدن به یک میزان مطلوب از رشد رویشی، بازدهی دانه کاهش می‌یابد. فسفات یکی از معمول‌ترین موادی است که مصرف آن ضرورت دارد و شواهدی وجود دارد که از پراکنده ساختن گسترده آن در سراسر منطقه ریشه، برای دستیابی به بازدهی مطلوب حمایت می‌کند (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹).

۲-۶-۱- عوامل مؤثر انتخاب کود

سرنوشت کوتاه مدت و دراز مدت هر کود در خاک با ترکیب شیمیایی آن، شرایط آب و هوایی ناحیه، خصوصیات فیزیکی-شیمیایی، رقم گیاه، مقدار کود داده شده به خاک و بالاخره زمان و روش کوددهی بستگی دارد. نوع، مقدار، زمان و روش کوددهی نیز می‌بایستی به نحوی انتخاب گردند که قسمت اعظم کود بصورت قابل جذب گیاه در خاک باقی مانده و در عین حال تلفات کود (شست‌وشو، تثبیت، تجزیه) در حداقل ممکن باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۶-۲- زمان و روش کوددهی

بهترین زمان و روش کودپاشی آن است که کود را در طول مدتی که مورد نیاز گیاه است به حداکثر مقدار در اختیار گیاه قرار دهد. کود را قبل و یا بعد از کاشت به خاک می‌دهند (خواجه پور، ۱۳۸۳). کودی را که بعد از کاشت به خاک می‌دهند کود سرک گویند. مصرف کود سرک بیشتر در مورد کود ازت مرسوم است. نوع کود موجود در بازار، مسائل اقتصادی، ماشین آلات و امکانات موجود در مزرعه، روش کاشت، شرایط آب و هوایی منطقه، کیفیت آب و نحوه آبیاری و بالاخره گیاه مورد کاشت از عوامل تعیین کننده زمان و روش کوددهی می‌باشند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۶-۳- اثرات نامطلوب کودهای شیمیایی بر محیط زیست

کودهای شیمیایی نمک‌های مقوی و مخربی هستند که در دراز مدت خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک را تخریب، نفوذپذیری خاک را کاهش، وزن مخصوص ظاهری را افزایش، نفوذ ریشه گیاه را دچار مشکل و در نهایت کاهش عملکرد را به همراه دارد. بدیهی است که این اثرات تخریبی کودهای شیمیایی بر خاک و گیاه یک طرف قضیه را تشکیل می‌دهند، از طرف دیگر موضوع مسائل مهم‌تری است که همانا خصوصیات کیفی تولیدات، مسائل زیست محیطی و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴).

کاربرد کودهای شیمیایی به میزان زیاد، به ویژه کودهای نیتروژنه منجربه گسترش بعضی از حشرات، کنه‌ها و عوامل بیماری‌زا می‌گردد (ملکوتی، ۱۳۸۴). علاوه بر آن کاربرد کودهای نیتروژنه به میزان زیاد افزایش تلفات نیتروژن از طریق آبشویی و دنیتریفیکاسیون و پیامدهای محیطی بسیاری به دنبال دارد از قبیل افزایش مقادیر نیترات در آب‌های سطحی و زیرزمینی، سرشارسازی منابع آب (تولید اولیه بیش از حد بوم نظام‌های آبی بر اثر افزایش موجودی عناصر غذایی گیاهی)، اسیدی شدن خاک‌ها و آب‌های سطحی (به دلیل نشست آمونیاک و اکسیدهای نیتروژن) و هم چنین افزایش میزان

گاز N_2O در جو به عنوان یک گاز گلخانه‌ای که در گرم شدن جهان و شکسته شدن لایه استراتوسفری ازن سهیم می‌باشد (جامی الاحمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۷- کود اوره

یکی از کودهای مصرفی، اوره است. کود اوره که به کود شکری نیز معروف است در سطح جهان از پر مصرف‌ترین و ارزان‌ترین کودهای شیمیایی نیتروژنی است، ولی خاصیت اسیدزایی چندانی ندارد. این کود ۴۶٪ نیتروژن دارد و دارای حلالیت بالایی در آب است و به همین دلیل در خاک برای تهیه محلول‌های کودی و محلول پاشی روی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیش از ۹۰٪ نیتروژنی که در مزارع ایران مصرف می‌شود به صورت اوره می‌باشد. اوره به صورت دانه‌های کوچک و سفید رنگ عرضه می‌شود. این کود برخلاف نیترات آمونیوم خورنده و جاذب رطوبت نبوده و به راحتی با فسفات و پتاسیم به ویژه در شکل دانه‌ای قابل اختلاط است. این کود به علت استفاده از آن در برگ‌پاشی بر دیگر کودهای نیتروژنی برتری دارد. زیادی مصرف کودهای شیمیایی از جمله اوره، پاره‌ای از خواص فیزیکی خاک را نامطلوب کرده، نسبت C:N خاک را برهم زده و عملیات کشاورزی را در آن‌ها با مشکل مواجه می‌سازد (کلیج و هوگمد، ۱۹۹۳).

۲-۷-۱- تقسیط کود اوره

زمان‌بندی کوددهی یکی از روش‌هایی است که باعث افزایش عملکرد، رقابت و کارایی مصرف مواد غذایی برای گیاه زراعی می‌شود (رستگار، ۱۳۷۱). تقسیط کود نیتروژن می‌تواند در انواع ارقام جهت افزایش قابلیت دسترسی به نیتروژن در مراحل حساس رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد (ساها و همکاران، ۱۹۹۸). از سوی دیگر کود نیتروژن در خاک بسیار متحرک است که این امر خطر آبشویی را درپی دارد. بنابراین تقسیط کود اوره و زمان صحیح مصرف آن در ارتباط با تقاضای متغیر محصول در طی چرخه زندگی، جنبه مهمی از کوددهی نیتروژن به شمار می‌رود. در تأمین عناصر غذایی گیاه از

جمله نیتروژن در سطح عمل بایستی به چهار نکته فنی پاسخ داد (فلاح، ۱۳۶۳) این چهار نکته عبارتند از :

۱) درجه کمبود ماده غذایی مورد نظر در خاک (میزان مصرف کود)

۲) زمان تأمین ماده غذایی مورد نظر (زمان مصرف کود)

۳) نحوه در اختیار گذاشتن ماده غذایی مورد نظر (روش مصرف کود)

۴) نوع و فرم شیمیایی عنصر غذایی مورد نظر (نوع کود)

با بررسی نکات ۴ گانه فوق‌الذکر و انجام توصیه‌های حاصل از نتایج تحقیق می‌توان ضمن دستیابی به عملکرد بالا از مصرف بی‌رویه کود اجتناب نمود که به نوبه خود متضمن اهمیت اقتصادی و زیست محیطی فوق العاده‌ای بخصوص در شالیزار است (فلاح، ۱۳۷۹). بر اساس پژوهش‌های انجام گرفته (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷) در شرایط تأمین رطوبت خاک استفاده از کود ازته به صورت سه مرحله تقسیط در مراحل کاشت، خروج از رزت و قبل از گلدهی در افزایش عملکرد اقتصادی محصول مفیدتر واقع شده است.

۲-۸- فرم‌های قابل استفاده نیتروژن

با وجودی که در حدود ۱۳۳۵۵ تن نیتروژن در هوای بالای هر هکتار زمین وجود دارد، به دلیل این که گاز نیتروژن یک ترکیب شیمیایی پایدار است گیاه نمی‌تواند آن را به عنوان ماده غذایی استفاده نماید. گیاهان هر دو فرم نیتروژن خاک شامل آمونیوم (NH_4) و نیترات (NO_3) را به آسانی کسب و مصرف می‌نمایند. بنابراین دیگر فرم‌های نیتروژن چه از طریق طبیعی یا مصنوعی باید تبدیل به دو ترکیب ذکر شده شوند. مولکول‌های آمونیوم حامل یک بار الکتریکی مثبت هستند و در خاک به وسیله رس و مواد آلی جذب می‌شوند و به عنوان کاتیون‌ها از طریق تبادل یون هیدروژن و دریافت یک مولکول با بار مثبت در خاک جذب گیاه می‌گردد. در واقع می‌توان بیان نمود فرم آمونیومی نیتروژن کاتیون بوده که در خاک غیر متحرک است ولی فرم نیتروژنی نیتراتی به شکل آنیون بوده و

در خاک قابلیت تحرک دارد. این دو فرم جذبی یون‌های مختلفی در ترکیبات خود دارند که می‌توانند روی pH خاک اثر بگذارند. یون آمونیوم موجب اسیدی شدن محیط اطراف ریشه شده در حالی که نیترات سبب قلیایی شدن محیط اطراف ریشه می‌شود. لذا در جذب عناصر دیگر توسط ریشه تأثیر می‌گذارند (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰).

۲-۹- علائم کمبود نیتروژن در گیاهان

علائم کمبود نیتروژن یکی از واضح‌ترین علائم کمبود در گیاهان می‌باشد. شاخ و برگ گیاهان جوان به رنگ سبز متمایل به زرد درآمده و رشد آن‌ها متوقف می‌گردد. در گیاهان مسن‌تر، زردی و سوختگی در برگ‌های پایین‌تر که معمولاً از نوک و کناره برگ‌ها شروع شده، دیده می‌شود. در ادامه‌ی کمبود نیتروژن خوشه‌ها کوچک شده و پروتئین دانه معمولاً کم است (خواجه پور، ۱۳۸۸).

۲-۱۰- منابع تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه

۲-۱۰-۱- منابع طبیعی و آلی نیتروژن

قسمت عمده نیتروژن در خاک سطحی به فرم آلی وجود دارد، شکل‌های غیر آلی نیتروژن معمولاً برای گیاه قابل جذب است، در حالی که شکل آلی تا موقعی که معدنی نشود قابل جذب نیست. در مزارعی که کودهای شیمیایی مصرف نمی‌شود، گیاهان غیر لگوم، نیتروژن مورد نیازشان را از طریق معدنی‌شدن نیتروژن آلی خاک بدست می‌آورند. تعدادی از گیاهان خود تأمین کننده نیتروژن مصرفی خودشان هستند. اگر گیاه لگوم به وسیله باکتری‌های رایزوبیوم کلونیزه گردد، بر روی ریشه‌ها گره-هایی شکل می‌گیرد. درون این گره‌ها روابط همزیستی بین باکتری و گیاه میزبان توسعه می‌یابد. باکتری، قند تولیدی گیاه را به عنوان منبع انرژی در تثبیت نیتروژن، نیتروژن گازی را به فرم قابل استفاده گیاه تبدیل کرده و گیاه از آن استفاده می‌نماید. دیگر گیاهان شامل گراس‌های زراعی از جمله ذرت، سورگوم و محصولات زراعی پهن‌برگ غیر لگوم امکان کلونیزه شدن توسط باکتری‌های تثبیت

کننده نیتروژن را ندارند و باید نیتروژن مورد نیاز را از خاک جذب نمایند. علاوه بر تثبیت نیتروژن منابع طبیعی دیگری از جمله مینرالیزاسیون مواد آلی و نیتروژن رها شده از بقایای گیاهی تجزیه شده در خاک نیز در تأمین نیتروژن مشارکت می‌نمایند. فضولات حیوانی و پرندگان از منابع طبیعی خوب نیتروژن هستند که در دوران طولانی گذشته به عنوان منابع تأمین نیتروژن به‌کار رفته‌اند. بقایای گیاهی و جانوری کمپوست شده، ورمی کمپوست، پودر خون، کود سبز گیاهان لگوم و فضولات حیوانی امروزه نیز خصوصا در تولید محصولات ارگانیک کارایی دارند. گیاهان قادرند آمونیم آزاد شده از مواد آلی را جذب نمایند به این عمل نیتریفیکاسیون می‌گویند (سالاردینی، ۱۳۶۶).

بخش کوچکی از منابع نیتروژن نیز به وسیله بارندگی و تشکیل اسید نیتریک HNO_3 وارد چرخه تولید می‌شود که در خاک مرطوب به هیدروژن و یون نیترات تبدیل می‌شود. در حالی که همه این منابع به طور معنی‌داری در سطح نیتروژن خاک مشارکت می‌نمایند. ولی در سیستم‌های کشاورزی متعارف برای کسب عملکرد بالا به کارگیری نیتروژن مازاد و از طریق مصرف کودهای صنعتی امری ضروری است (مصیبی، ۱۳۸۷).

۲-۱۱- مروری بر پژوهش‌های انجام شده در رابطه با پاسخ گیاهان به کودهای نیتروژنه

گیاهان در مقابل ازت عکس‌العمل‌هایی بشرح زیر دارند : (۱) افزایش رشد سبزینه‌ای، (۲) رشد و توسعه متعادل گیاه، (۳) افزایش در شدت رنگ سبز برگ‌ها، (۴) افزایش میزان پروتئین‌های گیاهی، (۵) افزایش تولید میوه و دانه (رستگار، ۱۳۸۴). ازت در گیاه به سهولت حرکت کرده و جهت حرکت آن همیشه از اندام‌های مسن به طرف اندام‌های جوان و در حال رشد سریع مانند جوانه‌های انتهایی، گلها، میوه و دانه‌ها می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳). تایلور و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که کاربرد کود نیتروژن در کشت دیر هنگام سویا باعث بهبود عملکرد شد. به گزارش رای و همکاران (۲۰۰۵) با کاربرد مقادیر ۲۹۰، ۳۱۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم عملکرد دانه سویا در شرایط زراعت آبی و غیر آبی به ترتیب ۷/۷ و ۱۵/۵ درصد افزایش یافت. اوسبورن و ریدل (۲۰۰۶) اعلام

کردند افزودن کود نیتروژن به صورت آغازگر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد و کیفیت آن می‌گردد. در تحقیق کالیسکان و همکاران (۲۰۰۸) بیش‌ترین عملکرد دانه سویا با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

مصرف زیاد ازت سبب می‌شود که گیاه نسبت به سرما، ورس یا خوابیدگی و خشکی و بیماری‌ها حساس شده و با طولانی شدن دوره رشد رسیدن محصول با تأخیر مواجه شده و اندام‌های جوان درختان میوه چوبی می‌شوند (رستگار، ۱۳۸۴). علائم کمبود ازت در تک لپه‌ای‌ها قسمت میانی پهنک برگ زرد شده ولی لبه برگ‌ها سبز باقی می‌ماند و در دو لپه‌ای‌ها تمام قسمت برگ زرد می‌شود. در هر دو مورد ابتدا برگ‌های مسن‌تر زرد می‌شوند و بالاخره کیفیت و کمیت محصول کاهش می‌یابد (رستگار، ۱۳۸۴). لاجوردی و همکاران (۱۳۵۴) در آزمایشی نشان دادند که ازت اثر معنی‌داری روی صفات مختلف نداشته ولی باکتری ریزوبیوم موجب افزایش تعداد غده ریشه، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و مقدار روغن در واحد آزمایش شده و باعث زودتر به گل رفتن گیاهان گردیده است.

آتکینز (۱۳۷۳) نیز با مطالعه بررسی رقم ویلیامز سویا دریافت که کود ازت را باید به صورت سرک و در مناسب‌ترین زمان در اختیار گیاه قرار داد به طوری که حداکثر میزان نیاز گیاه به کود سرک بلافاصله بعد از گلدهی و در زمان دانه‌بندی باشد. طبق نظر سینکر و دیوید (۱۹۷۶) نیاز سویا به نیتروژن در طول مرحله پر شدن دانه‌ها به شدت افزایش می‌یابد و این مرحله مصادف با کاهش کارایی گره‌های تثبیت‌کننده در تأمین نیازهای گیاه است، بنابراین اگر نیتروژن خاک کافی نباشد گیاه با تحرک مجدد نیتروژن از بافت‌های رویشی به دانه‌ها موجب ریزش برگ‌ها و پیری زودرس می‌شود.

استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد LAI بیشتر در مراحل زایشی، به ویژه در طی مرحلهٔ پرشدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد (کوشال و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد کود ازت می‌تواند پروتئین دانه را افزایش و میزان روغن آن‌را کاهش دهد و هر چند نوع ازت معمولا چندان اهمیتی ندارد اما معمولا اوره بر

بازدهی دانه و میزان پروتئین آن اثر معکوس دارد (ناصری، ۱۳۷۰). گیت (۱۹۹۵) گزارش کرد مسئله مورد توجه دیگر پس از تعیین میزان بهینه نیتروژن، زمان توزیع کود است. به عنوان مثال تقاضای نیتروژن محصول گندم در طی زمستان در حداقل مقدار خود است، و پس از ساقه‌دهی سریعا افزایش و پس از گلدهی به تدریج کاهش می‌یابد.

مدیریت صحیح کود نیتروژن می تواند باعث افزایش محتوای پروتئین دانه ارقام برنج شده و کیفیت محصول را طی عملیات تبدیل بهبود بخشد (لیساواتونگ، ۲۰۰۳). آزمایشی با عنوان تأثیر کود شیمیایی حاوی نیتروژن بر برخی از ویژگی های کیفی طبیعی در گیاه برنج در دهلی نو صورت پذیرفت که، به این نتیجه رسیدند که، تقسیط کود نیتروژن در سه مرحله باعث افزایش عمده محصول و حجم پروتئین گردید (آنچنی، ۱۹۹۳). روشنی و همکاران (۲۰۰۷) طی پژوهش خود در گیاه شلغم روغنی اظهار داشتند که سطوح نیتروژن به طور تصاعدی باعث افزایش ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی گردید و هم چنین اثر نیتروژن بر اجزای عملکرد مانند تعداد خورجین در گیاه، تعداد بذر در خورجین و وزن هزار دانه معنی‌دار بوده است و اثر نیتروژن بر صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد روغن نیز معنی‌دار بوده است. مومتاز و همکاران (۲۰۰۱)، طی آزمایشی که بر روی کلزا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که اثر نیتروژن بر تعداد خورجین در متر مربع معنی‌دار بوده و میزان نیتروژن ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین تعداد خورجین در متر مربع را نشان داد. جیلز و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی زمان اعمال نیتروژن بر گیاه ذرت بالاترین عملکرد را در زمان کاربرد۴۰ درصد کود نیتروژن در هنگام کاشت و ۶۰ درصد در هنگام ۸-۶ برگه گزارش نمودند و نتیجه گرفتند که جذب نیتروژن در شرایط سال‌های خشک در میان تیمارها متفاوت نبود ولی معمولاً بیشترین کارایی نیتروژن در تیمار تحت تقسیط نیتروژن در سالهای مرطوب بدست آمد. نتایج یک آزمایش که در صفی آباد دزفول در کشت پاییزه چغندرقند انجام شد نشان داد که بهترین نتیجه از مصرف نیتروژن به صورت سرک و در مرحله ۶-۴ برگی حاصل می‌گردد (عزیز پور، ۱۹۹۶). ملافیلابی و همکاران (۲۰۰۹) با آزمایشی روی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بیشترین عملکرد دانه و

اسانس را به ترتیب با ۱۰۱۶ و ۳۶ کیلوگرم در هکتار از پایین‌ترین سطح کاربرد کود اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آوردند. خادمی در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که با افزایش تعداد دفعات تقسیط حتی تا چهار بار در مزارع گندم خوزستان، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (خادمی، ۱۳۷۷).

رحمتی و همکاران (۲) در آزمایشی، تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته را روی صفات مورفولوژیک، عملکرد و میزان اسانس گیاه بابونه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که عملکرد گل خشک، درصد و عملکرد اسانس و درصد کامازولن با افزایش کود اوره تا سطح ۲۰ گرم در مترمربع افزایش یافت. تقسیط کود نیتروژن می‌تواند در انواع ارقام برنج جهت افزایش قابلیت دسترسی به نیتروژن در مراحل حساس رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد (ساها و همکاران، ۱۹۹۸). ویگ (۱۹۸۹) بالاترین مقدار اجزای عملکرد و تولید ذرت را، با توزیع نیتروژن در آغاز تشکیل بلال بدست آورد. استرانگ (۱۹۸۶) بیان کرد با استفاده از درصد زیادی از کود نیتروژن در زمان کاشت گندم و کمبود نیتروژن در زمان گرده‌افشانی و دانه‌بندی تعداد دانه‌های کمتر و در عوض درشت‌تری بدست آمده و بنابراین وزن صد دانه بیشتری در گندم مشاهده شد. شارما و همکاران (۱۹۹۶) در آزمایشی گزارش کردند که کاربرد ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه کنجد شد (شارما و همکاران ۱۹۹۶).

۲-۱۲- تغذیه سویا

۲-۱۲-۱- ازت

تا حدود سال ۱۹۰۰ میلادی تقاضا برای افزایش تولیدات کشاورزی به طور عمده با به‌زیر کشت بردن زمین‌های جدید برآورده می‌شد. اکنون با این که برخی زمین‌های بکر می توانند از طریق قطع جنگل و ... به سطح زیر کشت اضافه شوند ولی افزایش نسبی سطح کشت از این راه‌ها بسیار کم

خواهد بود و همه ساله هم مقداری از اراضی زیر کشت در نتیجه توسعه شهرها، جاده‌ها و احداث مناطق تفریحی کسر و این روند ادامه خواهد یافت. بنابراین هر بهبودی در افزایش تولیدات کشاورزی باید در نتیجه بالا بردن محصول در واحد سطح زمین‌های زراعی که در حال حاضر زیر کشت هستند باشد. محصول بیشتر در واحد سطح به معنی درآمد بیشتر کشاورز و هزینه کمتر واحد تولید خواهد بود. تقاضای جهان برای غذا و الیاف از سال ۱۹۶۵ به بعد افزایش سرسام‌آوری یافته است. همراه این افزایش، تولید و مصرف کودها نیز افزایش پیدا کرده است. بحران انرژی در دهه ۷۰ تولید آمونیوم را که اساس تهیه تقریبا همه کودهای شیمیایی ازت‌دار است به شدت کاهش داد که اثر چنین بحرانی بر میزان تولید مواد غذایی می‌تواند جدی باشد و باید روش‌های دیگری برای تهیه نیتروژن مورد نیاز گیاه بررسی شود (رستگار، ۱۳۸۴).

از آن جا که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و در نتیجه دارای سطوح پایین نیتروژن می‌باشد. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن می‌باشند و به دلیل تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). ازت عنصری است که تقریبا همیشه به آن احتیاج است. این عنصر در گیاه به صورت ترکیبات آلی و کم و بیش به شکل NH_4، NO_3 و NO_2 نیز دیده می‌شود (رستگار، ۱۳۸۴). نیتروژن اثرات بارزی روی ظاهر گیاه دارد که مهم ترین آنها بهبود رنگ گیاه و توسعه سریع کانوپی است. بر اساس تحقیقات اولریچ (۱۹۶۱)، نیتروژن اولین عنصر در فرضیه حق تقدم، میان مقصدها برای استفاده از ذخیره موقت است. مهم‌ترین کودهای ازته عبارتند از :

۱-اوره : این کود به علت شباهت شکل ظاهری آن با شکر به کود شکری معروف شده است. در آب قابل حل است و مثل سایر کودهای ازته به سرعت شسته نمی‌شود. مقدار ازت آن ۴۶ درصد است.

۲-نیترات آمونیوم : این کود به صورت دانه‌های ریز کروی و سفید رنگ می‌باشد و بسیار جاذبه رطوبت است و برای نگهداری آن باید از کیسه‌های پلاستیکی استفاده شود و در جای خشک نگهداری شود.

مقدار ازت آن ۲۶ درصد است و حدود ۴۰ درصد مواد آهکی دارد. بنابراین برای زمین‌های قلیایی و گیاهانی که pH کم لازم دارند مناسب نیست. کود دیگری به نام نیترات آمونیوم ۳۳ تا ۳۴ درصد ازت نیز ساخته شده که معمولا به شکل دانه‌های گرد یا کریستال‌های ریز سفید رنگ است. نصف ازت این کود آمونیاکی و نصف دیگر نیتراتی است می توان هم در موقع کشت و هم به صورت سرک مصرف نمود و نباید آن را روی گیاه پاشید و بهتر است که با هم وزن خود خاک یا ماسه مخلوط و پاشیده شود و برای همه نوع خاک به غیر از زمین‌های باتلاقی مناسب است (برای زراعت برنج مناسب نمی-باشد).

۳-سولفات آمونیوم : به صورت دانه‌هایی به رنگ سفید، کرم یا آبی و خاکستری تهیه شده. این کود نیز جاذب رطوبت بوده و قابلیت حل آن زیاد است و برای کود سرک بسیار مناسب است. مقدار ازت آن ۲۰ تا ۲۱ درصد است و چون خاصیت اسیدی دارد برای خاک‌های قلیایی مناسب است. این کود به وسیله ذرات خاک جذب شده و به سهولت شسته نمی‌شود و علاوه بر ازت ۲۴ درصد گوگرد دارد.

۴-هیدرات آمونیوم : از حل کردن آمونیاک در آب بدست می‌آید. این محلول را قبل از کاشت به وسیله سرنگ‌های مخصوص در زیر لایه‌ای از خاک قرار می‌دهند. آمونیاک مایع دارای درصد زیادی ازت است و در بشکه‌های تحت فشار آن‌ها را حمل می‌نمایند و به وسیله سرنگ‌های مخصوص در خاک تزریق می‌کنند. آمونیاک مایع را باید در خاک مرطوب تزریق نمود تا در محلول خاک حل شده و به خوبی در خاک توزیع گردد و از فرار آن جلوگیری شود. محلول آمونیاک و کود اوره در خاک‌هایی که اسیدیته بیش تر از ۸ دارند قابل مصرف نمی‌باشد زیرا به صورت گاز در آمده و از خاک خارج می-شوند.

۵-مواد دیگری مثل نیترات سدیم، نیترات پتاسیم، فسفات آمونیوم نیز حاوی ازت وجود دارد که می توان از آن‌ها به عنوان کودهای ازت‌دار نیز نام برد (رستگار، ۱۳۸۴).

عوامل موثر بر تثبیت ازت در سویا

۱-دما: سویا به عنوان یک گیاه گرمسیری برای فعالیت باکتری همزیست به دمای بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد نیاز دارد. وقتی دمای خاک به کمتر از این حد کاهش یابد، تشکیل گره در سویا کاهش می‌یابد و در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد تشکیل گره مختل می‌شود.

۲- میزان ازت خاک: گره زایی در سویا به وسیله نیترات زیاد بازداری می‌شود مطالعات نشان داده است که تأخیر بیشتری در تشکیل گره به واسطه نیترات در مقایسه با آمونیوم و اوره حاصل می‌شود.

۳-دسترسی به آب: دسترسی به آب اثر عمده‌ای بر تشکیل گره و تثبیت نیتروژن دارد، گره زایی با افزایش محتوای آب خاک تا زمانی که غرقابی شدن روی می‌دهد افزایش می‌یابد. تنش آبی به طور قابل توجهی تعداد رشته‌های سرایت تشکیل شده را کاهش می‌دهد و از گره‌زایی جلوگیری می‌کند.

۴-غلظت‌های بالای نمک: در غلظت‌های بالای نمک در آب فعالیت گره به صورت منفی به واسطه بازداری اسمزی گره‌ها کاهش می‌یابد.

۵-اسیدیته پایین: اسیدیته معمولا گره‌زایی کاهش می‌دهد و اسیدیته کمتر از ۶ سبب کاهش گره-بندی فعالیت ریزوبیوم می‌شود. در صورتیکه اسیدیته خاک مورد کشت ما کمتر از این میزان باشد می‌بایست با دادن آهک اسیدیته خاک را بالا برد تا مناسب فعالیت باکتری شود و هم از سمیت ناشی از آلومینیوم و منگنز در خاک‌های اسیدی جلوگیری کرد.

۶-افزایش Co_2: تحقیقات نشان داده با افزایش Co_2 تثبیت ازت هم افزایش می‌یابد. علت اینکه افزایش Co_2 باعث افزایش فتوسنتز می‌شود این است که قند بیشتری در اختیار باکتری قرار می‌گیرد.

۷-عوامل زراعی: عواملی چون آتش زدن مزرعه، آب ایستادگی، سله ممتد و خشکی موجب کاهش فعالیت باکتری می‌شود.

۸-فشردگی خاک: فشردگی خاک سبب کاهش رشد ریشه و رشد گره‌های تثبیت ازت شده می‌گردد. قدرت نفوذپذیری ریشه سویا رابطه معکوس با فشردگی خاک دارد و فشردگی خاک سبب کاهش وزن و تعداد گرهک‌های تثبیت ازت می‌شود.

۹-تغذیه: کمبود عناصری چون کبالت، کلسیم، منیزیم، فسفر مولبیدن و آهن سبب کاهش یا عدم تشکیل گره‌های باکتریایی سویا می‌شود. عناصر سنگین مانند کادمیوم می‌توانند سبب از بین رفتن گره‌های باکتریایی شود.

۱۰-آفات و بیماری‌ها: گره‌ها ممکن است سطوحی از ویروس را داشته باشند که فعالیت گره را مستقیما تحت تأثیر قرار می‌دهند. گره‌های ریشه ممکن است به وسیله حشرات یا لاروهای حشرات خورده شوند.

۲-۱۳- نقش نیتروژن در گیاهان

نیتروژن یکی از عناصر اصلی در تغذیه گیاه است و کمبود آن به طور مستقیم به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌شود، زیرا نیاز گیاهان به این عنصر بیش از سایر عناصر می‌باشد (زرین کفش، ۱۳۷۱). غلظت نیتروژن در گیاه بستگی به مقدار نیتروژن خاک، نوع گیاه، اندام گیاهی و مرحله رشد دارد (ملکوتی، ۱۳۸۴). نیتروژن در ساختمان کلروفیل، برخی ویتامین‌ها، هورمون‌ها، غشاهای سلولی و آنزیم‌ها شرکت دارد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). هم چنین نیتروژن موجب افزایش سرعت رشد و شادابی بوته‌ها می‌شود (فرجی و میرلوحی، ۱۳۷۵).

نیتروژن علاوه بر ساختن پروتئین‌ها، قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد. لذا کمبود نیتروژن سبب زرد شدن برگ‌های پیر و در نهایت توقف رشد گیاه می‌گردد. از سوی دیگر مصرف این عنصر به مقدار زیاد سبب رویش بیش از حد گیاه و به رنگ سبز تیره در آمدن برگ‌ها می‌شود. ممکن است زیادی نیتروژن خاک در صورتی که سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و

رسیدن محصولات را به تأخیر اندازد. چرا که، عرضه نیتروژن با مصرف کربوهیدرات‌ها رابطه معکوس دارد. هنگامی که نیتروژن به مقدار کافی در اختیار گیاه نباشد، انباشتگی کربوهیدرات‌ها در سلول‌های رویشی سبب افزایش ضخامت آنها می‌گردد. همچنین اگر نیتروژن اضافی به گیاه رسیده و شرایط رشد مناسب نباشد، کربوهیدرات‌ها صرف ساختن پروتئین شده و به همین دلیل، آب بیش‌تر جذب پروتوپلاسم گیاه گشته و در نتیجه گیاه ترد و شکننده می‌شود. پویایی بسیار نیتروژن در گیاه سبب می‌گردد که در زمان کمبود آن، برگ‌های جوان سبز، ولی برگ‌های پیر زرد شوند.

نیاز سویا به نیتروژن به ویژه در مرحله رشد زایشی و پر شدن دانه بسیار بالا بوده و در مواقع کمبود، تحرک مجدد نیتروژن از بافت‌های رویشی موجب پیری زودرس برگ‌ها و ریزش آن‌ها می‌گردد (برودان و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات اخیر حاکی از آن است که یک رابطه نزدیک بین میزان غلظت کلروفیل برگ و محتوای نیتروژن وجود دارد، زیرا اکثریت نیتروژن برگ در مولکول کلروفیل قرار دارد (پترسون و همکاران، ۱۹۹۳). هنگامی که ریشه‌ها از عهده جذب نیتروژن به میزانی که رشد گیاه را تأمین کند بر نمی‌آیند، ترکیبات نیتروژنی (پروتئین‌ها) در اندام‌های پیر تجزیه و به برگ‌های جوان منتقل و در پروتوپلاسم جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدیهی است که برای پیشگیری از بروز علائم زردی می‌بایستی مقدار نیتروژن خاک در حد مطلوب باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴). در این بین مشکل عمده ای به چشم می‌خورد و آن هدررفت نیتروژن مصرفی برای گیاهان است. حداکثر بازدهی نیتروژن زمانی است که مقدار و زمان مصرف کود با نیاز گیاه هماهنگ باشد (ریوز و رومروو، ۱۹۹۹). متوسط کارایی استفاده از نیتروژن در دنیا برای غلات حدود ۳۰ درصد است که این میزان برای کشورهای درحال توسعه و پیشرفته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد می‌باشد (رون و جانسون، ۱۹۹۹).

پایین بودن کارایی نیتروژن به دلیل هدر رفت آن از طرق نیترات‌زدایی، آبشویی و تصعید آمونیوم است. این هدر رفت نه تنها منجر به کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود، بلکه در دراز مدت اثرات مخربی در محیط زیست و سلامتی انسان دارد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۱). استفاده از ارقامی با

کارایی بالای مصرف نیتروژن، رعایت تناوب زراعی، توصیه دقیق کودی با توجه به نیاز گیاه، مصرف به موقع کودها از نظر زمان و تقسیط با توجه به مرحله رشد گیاه، شکل کود، نوع کود (کودهای نیتروژنه کندرها شونده)، تغییر میزان نیتراتی‌شدن و نیترات‌زدایی با استفاده از مواد شیمیایی، شیوه کاربرد کود و روش آبیاری از جمله راه‌های افزایش کارایی استفاده از نیتروژن می‌باشد فرآیندهایی که سبب خروج نیتروژن از دسترس گیاهان زراعی می‌شود را می‌توان به شرح زیر تقسیم نمود:

۲-۱۳-۱- آبشویی

میزان نیتروژن قابل آبشویی در خاک به زمان و جایگذاری مناسب کود و نیز آبیاری بستگی دارد. آبیاری بیش از اندازه می‌تواند منجر به آبشویی بیشتر نیتروژن گردد (بوک، ۱۹۸۴). مگدوف (۱۹۹۲)، آبشویی مقدار ۴۰ ٪ نیتروژن قابل استفاده از ناحیه ریشه را با مصرف ۳۰۰ میلی‌متر آب آبیاری گزارش کرد. آبشویی زیاد علاوه بر هدر رفت نیتروژن قابل در دسترس گیاه، سبب آلودگی آب‌های زیر زمینی به نیترات می‌شود (مگدوف، ۱۹۹۲). بنجامین و همکاران (۱۹۹۸)، با مصرف کود نیتروژن در فارو در سیستم آبیاری که جویچه‌های آن به صورت یک در میان آبیاری می‌شد، مشاهده کردند که نه تنها عملکرد کاهش نیافت، بلکه میزان آبشویی نیتروژن نیز کاهش پیدا کرد.

۲-۱۳-۲- نیترات زدایی

دنیتریفیکاسیون (نیترات زدایی) به معنی احیای نیترات و نیتریت به N_2O ، NO و N_2 است تحت تأثیر غلظت نیترات، واکنش خاک، دما، مواد آلی و ... قرار دارد (لین و دران، ۱۹۸۴). میزان هدررفت نیتروژن گازی شکل از طریق دنیتریفیکاسیون کودهای نیتروژنه به دلیل تنوع عوامل کنترل‌کننده آن، بسیار متفاوت است.

۲-۱۳-۳- تصعید آمونیوم

تصعید آمونیوم، خروج NH_3 گازی از سطح خاک به اتمسفر است. برای تصعید، وجود NH_3 به فرم گازی یا محلول در آب در نزدیکی سطح خاک ضروری است. بنابراین هر عاملی که غلظت آمونیاک در سطح خاک را بالا ببرد، سبب افزایش تصعید آن می‌شود. عوامل مختلفی مانند pH خاک، وضعیت رطوبت خاک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک به ویژه CEC، دما، غلظت آمونیوم، فرم شیمیایی کود، نحوه جایگذاری کود و سرعت باد بر تصعید مؤثر هستند (هاینس و شرلاک، ۱۹۸۶).

۲-۱۳-۴- خروج نیتروژن گازی شکل از گیاه

ارتباط بین گیاه و خاک می‌تواند هنگامی که میزان نیتروژن در خاک بیش از مقدار مورد نیاز برای دسترسی به حداکثر عملکرد باشد، تعدیل نماید. این فرآیند با هدررفت نیتروژن از گیاه رخ می‌دهد (رون و جانسون، ۱۹۹۹). در سال‌های اخیر دانشمندان خروج مقادیر قابل توجهی نیتروژن از بافت‌های گیاهی را که اغلب به صورت آمونیاک بوده است، گزارش کرده‌اند (هارپر و همکاران، ۱۹۸۷ ; فرانسیس و همکاران، ۱۹۹۳). مکانیزم عمل به این صورت است که در حفره‌های زیر روزنه‌ای برگ‌ها، فشار جزئی آمونیاک وجود دارد. وقتی این فشار از فشار جزئی در اتمسفر بیشتر شود، خروج آمونیاک اتفاق می‌افتد. هدایت روزنه‌ای تحت شرایط جذب مناسب CO_2 یعنی شدت نور بالا، تغذیه مناسب و رطوبت کافی زیاد می‌گردد. عواملی که بر روی فشار جزئی آمونیاک در حفره زیر روزنه‌ای مؤثرند، هنوز شناخته نشده‌اند (فرانسیس و همکاران، ۱۹۹۳). فشار جزئی آمونیاک در حفره‌های زیر روزنه‌ای توسط جریان تنفس و نیز مقدار کمی از سلول‌های اطراف حفره تأمین می‌شود. طی پیری برگ، تنفس نوری کاهش می‌یابد ولی پروتئولیز که با آزاد شدن آمونیوم همراه است، افزایش می‌یابد. این فرآیند ممکن است دلیل هدررفت بیشتر آمونیوم در مرحله نخست باشد. فاکتورهایی که بر روی انتشار خالص آمونیوم از برگ مؤثرند عبارت اند از: دمای بالا، کم بودن فشار جزئی آمونیاک در اتمسفر و هدایت روزنه‌ای بالا. لازم به ذکر است هنگامی که میزان آمونیاک در محیط بیشتر از حفره‌های زیر

روزنه‌ای باشد جذب آمونیاک اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر آمونیاک می‌تواند به صورت گاز از طریق روزنه‌ها جذب شود و نیز می‌تواند در لایه نازک آبی که در سطح برگ وجود دارد حل و سپس جذب و متابولیزه شود. بنابراین آمونیاک می‌تواند از گیاه خارج و همزمان آمونیاک موجود در اتمسفر که ممکن است از خاک هم خارج شده باشد، به وسیله گیاه جذب شود.

۲-۱۴- تثبیت نیتروژن

با اینکه نیتروژن ۷۸ درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهد، اما همچنان از محدود کننده‌ترین فاکتورهای رشد گیاه بوده که برای رفع کمبود آن معمولا از کودهای نیتروژنه استفاده می‌شود و این مسأله نیز به نوبه خود باعث افزایش هزینه تولید است. تثبیت بیولوژیک ازت راه دیگر تأمین ازت مورد نیاز گیاهان زراعی می‌باشد که از جمله مزیت‌های آن می‌توان به کاهش هزینه تولید، کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی، افزایش تولید پروتئین‌های گیاهی (آن‌چنان که اکثر بقولات نسبت به غلات حاوی پروتئین بیش‌تری می‌باشند)، افزایش ازت باقی مانده در خاک برای محصولات بعدی و افزایش حاصلخیزی خاک اشاره نمود. میکروارگانیزم‌هایی که نیتروژن را تثبیت می‌کنند، دی ازوتروف نامیده می‌شوند. میکروارگانیزم‌هایی که مستقل از ارگانیزم‌های دیگر نیتروژن را تثبیت می‌کنند، باکتری‌های آزادزی نام دارند و باکتری‌هایی که نیتروژن را برای ورود آن به بیوسفر تثبیت می‌کنند تحت عنوان PGPR نامیده می‌شوند (بستگات، ۱۹۹۸). نیتروژن یکی از رایج‌ترین عناصر مورد نیاز برای رشد گیاه می‌باشد و از جمله اجزاء اصلی سنتز پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و دیگر ترکیبات سلولی به حساب می‌آید (بوکمن، ۱۹۹۷).

تثبیت نیتروژن اولین مکانیزم پیشنهادی برای افزایش رشد گیاه توسط باکتری‌ها می‌باشد. بسیاری از گونه‌های باکتریایی مانند آزوسپریلیوم، ازوتوباکتر، باسیلوس، کلستریدیوم، سودوموناس، انتروابکتر و بیجرنیکا قادر به تثبیت نیتروژن می‌باشند (کندی و تچان، ۱۹۹۲ :دبرینر، ۱۹۹۷). تمام گونه‌های وحشی آزوسپریلیوم با تثبیت نیتروژن اتمسفری در چرخه نیتروژن دخالت دارند (هیولین و همکاران،

۱۹۸۹: هیورک و همکاران، ۱۹۸۸). افزایش عملکرد غلات بوسیله تلقیح با باکتری تثبیت کننده نیتروژن در بسیاری از آزمایشات بدست آمد (کاکمکسی و همکاران، ۲۰۰۱: ازترک و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۱۵- کودهای زیستی

در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی خاک برخوردار است (شارما، ۲۰۰۳). اصطلاح کودهای زیستی منحصرا به مواد آلی حاصل از کود دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها از جمله کودهای زیستی محسوب می‌گردند (منافی و کلوپس، ۱۹۹۴). نخستین کود میکروبی با نام تجاری نیتراژین (حاوی باکتری ریزوبیوم) یک قرن پیش (۱۸۹۵) برای فروش عرضه شد و متعاقب آن مراکز متعددی کار تولید گونه‌های مختلف ریزوبیوم و برخی باکتری‌های دیگر (ازتوباکترها، فسفو باکترها و...) را آغاز کردند ولی این فعالیت‌ها به دلیل تقارن آن‌ها با شروع تولید کودهای شیمیایی، دوامی نیافتند. با اوج گیری بهای نفت و مواد سوختی در اوایل دهه ۱۹۷۰ که افزایش بهای کودهای شیمیایی را در پی-داشت، مسئله اقتصادی نبودن مصرف این کودها برای محصولات کشاورزی ارزان قیمت و لزوم استفاده از جایگزین مناسب‌تر مطرح گردید. این سرآغاز تحولی بود که استحکام پایه‌های آن را باید مدیون دانشمندان باشیم که طی این سال‌ها، با طرح مسائل اساسی‌تری چون لزوم صرفه جویی در مصرف غیر اصولی این کودها بر کیفیت خاک، محصولات زراعی و سایر عوارض زیست محیطی آن‌ها، زمینه‌های مناسب برای آغاز چنین تحولی را فراهم آورده بودند. سال‌های مقارن با اوج بهای نفت خام (۷۴-۱۹۷۳) را زمان تجدید حیات تحقیقات و زمینه تولید مجدد کودهای بیولوژیک، شناخته‌اند (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

۲-۱۵-۱- باکتری‌های افزاینده رشد گیاه

گروهی از باکتری‌های مفید خاکزی که سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند تحت عنوان باکتری‌های افزاینده رشد گیاه (PGPR) نامیده می‌شوند و از جمله مهم‌ترین انواع کودهای زیستی محسوب می‌شوند (قلاوند و همکاران، ۱۳۸۵). این اصطلاح برای نخستین بار توسط شورت و کلوپر (۱۹۷۸) بکار برده شد. این باکتری‌ها به طور مستقیم با تحریک رشد گیاه و به طور غیر مستقیم با افزایش فراهمی زیستی عناصر غذایی و کنترل زیستی آفات و بیمارهای گیاهی باعث افزایش رشد گیاهان می‌گردد (گلیک، ۱۹۹۵ و کوپر، ۱۹۹۳) و در حال حاضر به صورت یکی از مهم‌ترین انواع کودهای بیولوژیک بکار برده می‌شوند. باکتری‌های افزاینده رشد گیاه شامل باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، محلول‌کننده فسفر، پتاسیم، گوگرد و سیلیکات می‌باشند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۱۵-۲- فعالیت باکتری‌های افزاینده رشد

سازوکارهای متعددی برای توضیح چگونگی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد به رشد و نمو گیاهان شناخته شده است. به طوری که این سازوکارها را می‌توان به دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم نمود. این باکتری‌ها با تولید متابولیت‌هایی نظیر مواد تنظیم کننده رشد یا انواع ویتامین‌ها و نیز بهبود فراهمی عناصر غذایی به طور مستقیم سبب افزایش رشد و نمو می‌گردند. یا از طریق تولید مواد پادزی، سیدروفورها و سیانید هیدروژن که فعالیت بیمارگرهای گیاهی یا سایر ریز جانداران خاکزی را کاهش می‌دهد، به طور غیرمستقیم اثر افزایندگی بر رشد و نمو گیاه دارند (حمیدی، ۱۳۸۵).

۲-۱۵-۳- باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم

نیاز گیاهان به نیتروژن، بیش‌ترین محدودیت غذایی آن‌ها محسوب می‌شود. تأمین این عنصر از طریق کودهای شیمیایی علاوه بر هزینه‌های هنگفت، آثار منفی زیست محیطی جبران‌ناپذیری دارد. تثبیت زیستی نیتروژن به روش همزیستی یک‌سری از باکتری‌های خاک به نام ریزوبیوم و ریشه این

گیاهان (مانند سویا، نخود، لوبیا، شبدر و ...) صورت می‌گیرد، باکتری قند و گیاه نیتروژن احیا شده از اتمسفر را بدست می‌آورد. این همیاری منحصر به فرد موجب شده است تا حبوبات از جنبه کشاورزی پایدار با تأمین کود زیستی نیتروژنه، فوق العاده مفید و مورد توجه قرار گیرند (گرسشوف، ۲۰۰۴). انجام این فرآیند علاوه بر اینکه سالانه حدود ۱۷۰ میلیون تن انرژی اتمسفری را به بیوسفر وارد می-نماید، هیچ یک از مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را به همراه ندارد (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹). باکتری‌ها با تولید اکسین و سیتوکینین موجب ایجاد و رشد گره می‌شوند (شیرانی راد و دهشیری، ۱۳۸۱). درون گره باکتروئیدهای حاوی آنزیم تثبیت کننده نیتروژن یعنی نیتروژناز وجود دارد که با محلول قرمز رنگ لگ هموگلوبین احاطه شده است و نقش آن تسهیل انتشار اکسیژن به باکتروئیدها است (شیرانی راد، ۱۳۷۳).

المریچ و همکاران (۱۹۹۷) و حفیظ و همکاران (۲۰۰۰) حداکثر فعالیت گره‌بندی را در مرحله شروع غلاف بندی سویا گزارش کردند. نتایج آزمایش‌های جابوت و همکاران (۱۹۹۳) حاکی از آن است که برادی ریزوبیوم علاوه بر تثبیت نیتروژن می‌تواند به عنوان باکتری محرک رشد گیاه نیز تلقی شود و قادر به انحلال فسفات آلی و معدنی باشد. رانی‌پور و علی‌زاده (۱۳۸۶) در تحقیقاتی اثرات متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفات و برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر شاخص‌های رشد، غده‌بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از ان بود که برادی ریزوبیوم بر درصد فسفر، پتاسیم، نیتروژن بخش هوایی گیاه، تعداد، وزن تر و وزن خشک گره‌های ریشه و وزن دانه در بوته تأثیر معنی‌دار و مثبت داشت.

مطالعات باسواس و همکاران (۲۰۰۰)، افزایش طول گیاهچه و ساقه اولیه برنج در اثر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم را از طریق ترشح هورمون‌های گیاهی تحریک کننده رشد توسط این باکتری‌ها دانستند. همچنین یزدی صمدی و زالی (۱۹۷۵)، لومباردو (۱۹۹۱)، ژانگ (۲۰۰۲)، نیز افزایش ارتفاع گیاه سویا را در تلقیح با باکتری برادی رایزوبیوم گزارش کردند. همچنین اردکانی (۱۳۷۴) و فرح

بخش و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند تعداد گره در سویا تا حدودی مناسب با ارتفاع است و با افزایش گره ارتفاع نیز افزایش یافت. ژانگ (۲۰۰۲) طی آزمایشی به این نتیجه رسید که تلقیح بذرهای سویا با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم تعداد گره را افزایش داد. باکتری‌های همزیست با گیاهان تیره لگومینوز از جنس ریزوبیوم هستند که به خانواده ریزوبیاسه تعلق دارند. این باکتری‌ها، گرم منفی، هوازی و فاقد اسپور هستند که می‌توانند به لگوم‌ها وارد شده و بر روی ریشه و گاهی بر روی ساقه آن‌ها تشکیل گره بدهند (مک کاردل و همکاران، ۱۹۹۳).

ریشه‌ها غده‌هایی حاوی یک گونه خاص از نژاد باکتری *Rhizobium japonicum* دارند که هنگامی که کاملا رشد می‌کنند گیاه را کاملا از مصرف ازت بی‌نیاز می‌کند غده‌ها کوچک و تقریبا کروی هستند، گهگاه دارای لوب هستند، سطح صافی دارند و در صورت وجود این گونه خاص باکتری، به تعداد زیاد تولید می‌شوند (کبلی، ۱۹۶۵). تحقیقات نشان داده است که سویه‌های مختلف ریزوبیوم و برادی‌ریزوبیوم، آثاری مشابه با باکتری‌های محرک رشد را در همزیستی با گیاهان غیر لگوم از خود بروز داده‌اند و غده‌های تشکیل شده از این باکتری‌ها، تولید فیتوهورمون و سیدروفور و HCN کرده‌اند. هم چنین این باکتری‌ها آثار آنتاگونیستی در برابر قارچ‌های بیماری‌زایی گیاهی نشان داده‌اند (آنتون و بی چامپ، ۱۹۹۸). علی اصغرزاده (۱۳۸۱) گزارش کرد که تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم بر روی سویا بر درصد فسفر –پتاسیم و ازت –غلظت آهن-مس و روی بخش اندام‌هوایی گیاه تأثیر معنی‌داری دارد. گان ینبو و مارک پیپلز (۱۹۹۷) در تحقیقات خود روی اثرات کوددهی و تلقیح ارقام سویا علوفه‌ای با سویه‌های مختلف باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم گزارش نمودند که هر چند کوددهی تعداد غلاف در گیاه را توانست بیفزاید لیکن در مقایسه با ارقام تلقیح شده نتوانست عملکرد و تعداد غلاف بیشتری در گیاه به وجود آورد. برگ و لاگنچان (۱۹۹۸) طی تحقیقاتی در خصوص مقادیر گره‌بندی و خصوصیات زراعی رقم کورسوی سویا با سویه‌های باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم گزارش نمودند که بیشترین میزان عملکرد دانه متعلق به رقم کورسوی و سویه AN-27 به میزان ۲/۸ تن در هکتار و از این لحاظ بین سویه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

ایمسند (۱۹۹۲) در مطالعه خود روی عملکرد دانه و میزان پروتئین مختلف سویا گزارش کرد که با تلقیح مطلوب می‌توان عملکرد و پروتئین بیشتری نسبت به تیمارهای کوددهی بدست آورد. گمینی سنویرانی(۲۰۰۰) نیز در آزمایش روی سویه‌های مختلف برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و سطوح مختلف کوددهی نیتروژنه در ارقام سویا، گزارش کرد که بیشترین میزان نیتروژن دانه به گروه تلقیح شده و کوددهی شده تعلق دارد. کانشیر و ولک (۱۹۸۵) نشان دادند که تلقیح سویا با جهش یافته‌های برادی ریزوبیوم جاپونیکوم که ایندول استیک اسید تولید شده در نتیجه افزایش میزان گره‌های ریشه بود. ویراسما و اورف (۱۹۹۲) در تحقیق خود بروی وضعیت گره‌بندی و رویش سویای زودرس بر اثر تلقیح با گونه‌های ریزوبیوم جاپونیکوم به این نتیجه رسیدند که افزایش معنی‌داری در واکنش به تلقیح برادی ریزوبیوم عملکرد دانه، وزن دانه و تجمع ازت صورت می‌گیرد. کود نیتروژن به میزان ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به تلقیح، وزن دانه و تجمع ازت در دانه را بیشتر افزایش داد. واسیلاز و فوهرمن (۱۹۹۳) در آزمایشات مزرعه‌ای خود بر روی اثر سم تولید شده از باکتری‌های گروه ریزوبیوم جاپونیکوم به این نتیجه رسیدند که بعضی از نژادهای باکتری میزان سمی که تولید می‌کنند بر روی فعالیت گیاه اثر دارد و علاوه بر کاهش محصول دانه، تعداد غلاف و رشد رویشی را کاهش می‌دهد. راعی (۱۳۸۷) آثار تلقیح برادی ریزوبیوم بر پر شدن دانه در سویا را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که تلقیح گیاه با باکتری، سرعت پر شدن دانه را افزایش داده است که این امر را به فراهم بودن نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نسبت داد (راعی و همکاران، ۱۳۸۷). مهدی پور (۱۳۸۸) اثر باکتری همزیست گیاه سویا را در اندام‌های هوایی و عملکرد دانه در گیاه سویا را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که تلقیح باکتری موجب افزایش رشد و ایجاد گره‌زایی در سویا شد (مهدی پور و همکاران، ۱۳۸۸). بر هم‌کنش میان ریشه گیاه و ارگانیسم‌ها در ریزوسفر سبب جذب مواد مغذی ضروری و مانع تجمع مواد سمی می‌شود (وایت، ۲۰۰۳). گزارش محققان نشان داده است که تلقیح برنج با باکتری تثبیت کننده نیتروژن موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه برنج می‌شود. کمبود عناصر غذایی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تثبیت ازت را محدود می‌سازد، به طوری که در

بسیاری از خاک‌های کشاورزی، این موضوع منجر به کاهش تثبیت ازت و در نهایت افت عملکرد لگوم‌ها نسبت به حداکثر پتانسیل آن‌ها شده است (گیلر و کادیش، ۱۹۹۵). تلقیح پوشش بذر سویا با باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم بر روی گره‌بندی و تثبیت ازت و افزایش عملکرد مؤثر است (لومباردو، ۱۹۹۱).

زایدی (۲۰۰۳) گزارش کرد که تلقیح بذور سویا با سودوموناس و برادی ریزوبیوم جاپونیکوم، جوانه‌زنی بذور و ایستادگی گیاهچه را بهبود بخشید و با افزایش طول و تجمع ماده خشک در اندام هوایی و ریشه، تعداد گره، ماده خشک و جذب عناصر غذایی نسبت به شرایط بدون تلقیح گردید. از آن جایی که طول ریشه و ساقه اولیه از شاخص‌های رشد و نمو و قدرت رویش بذر محسوب می‌شوند (هامپتون و تکرونی، ۱۹۹۵)، بر این اساس می توان اظهار نمود که تلقیح بذور سویا با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و سودوموناس باعث افزایش قدرت رویش بذر می‌گردد. تثبیت نیتروژن با تولید ماده خشک هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارد به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن تثبیت شده تقریبا به طور خطی مقدار ماده خشک تولید شده افزایش یافت که به دلیل تولید سطح فتوسنتز کننده بیشتر و تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه می‌باشد و این خود بر تثبیت نیتروژن اثر تشدید کننده می-تواند داشته باشد. چن و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که سویا بخش زیادی از نیتروژن مورد نیازش را از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن فراهم می‌سازد. آنان معتقدند که کوددهی سویا اثرات نامطلوبی بر روند تثبیت نیتروژن (از جمله گره‌بندی) دارد. وارکو (۱۹۹۹) به این نتیجه رسید که ۲۵ تا ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز سویا از طریق تثبیت تأمین می‌شود.

روزاس و همکاران (۲۰۰۲) آزمایش مزرعه‌ای روی سویا انجام دادند. در این آزمایش که اثر متقابل بین باکتری همزیست سویا (Bradyrhizobium) و باکتری حل کننده فسفات به نام (Pseudomonas putida) مورد بررسی قرار گرفت، محققین گزارش کردند که هنگام تلقیح توأم این دو باکتری، افزایش معنی‌داری در گره‌زایی ریشه‌ها مشاهده می‌شود. مولا و همکاران (۲۰۰۱) تحریک قابل ملاحظه رشد و

گره‌زایی ریشه سویا را توسط تلقیح تؤام (Bradyrhizobium) و آزوسپریلوم گزارش کردند. افزایش درصد پروتئین بر اثر استفاده از کودهای بیولوژیک به دلیل تأثیر تلقیح باکتری‌ها می‌باشد که کارایی تنظیم‌کنندگی رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی را در گیاه افزایش داده‌اند(رام رائو و همکاران۲۰۰۷).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱ زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال تحصیلی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در منطقه بسطام به‌اجرا درآمد.

۳-۲ موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است.

۳-۳ شرایط آب و هوایی منطقه

منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی متر است و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۴ خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول(۳-۱) نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامتر های اندازه گیری شده	مقدار	واحد
درصد اشباع	۳۰/۶	درصد
هدایت الکتریکی	۸/۰۹	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع	۷/۸۹	–
درصد مواد خنثی شونده	۲۷/۰	درصد
کربن آلی	۰/۷۹	درصد
نیتروژن کل	۰/۰۵۷	درصد
فسفر قابل جذب	۱۴/۰	پی پی ام
پتاسیم قابل جذب	۱۴۳/۰	پی پی ام
رس	۲۲/۴	درصد
سیلت	۴۴/۷	درصد
شن	۳۲/۹	درصد
نسبت جذب سدیم	۴/۱	–

۳-۵- نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۴ کرت بود که با احتساب ۴ تکرار تعداد کرت‌ها ۵۶ عدد شد. عوامل مورد بررسی عبارت بود

از: باکتری برادی ریزوبیوم در دو سطح بدون تلقیح A_1 و با تلقیح A_2 و کود اوره در ۷ سطح که شامل: A-عدم مصرف، B-۵۰ کیلوگرم همزمان با کاشت، C-۱۰۰ کیلوگرم همزمان با کاشت، D-۱۵۰ کیلوگرم همزمان با کاشت، E-۲۵ کیلوگرم پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه، F-۵۰ کیلوگرم پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه، G- ۷۵ کیلوگرم پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم در مرحله پر شدن دانه می‌باشد.

۳-۶- مشخصات مواد آزمایشی

رقم سویای مورد استفاده در این آزمایش DPX بود که از گرگان تهیه گردید. باکتری مورد استفاده در این آزمایش *Bradyrhizobium Japonicum* بود که از گرگان تهیه گردید. عامل بعدی کود اوره بود که از شاهرود تهیه شد.

۳-۷- عملیات اجرایی

۳-۷-۱- نقشه کشت

همان‌طور که اشاره شد این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. هر کرت آزمایشی از ۴ خط کاشت به طول ۵ متر، فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی-متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر بود. بدین ترتیب ابعاد هر کرت ۲/۵ * ۵ متر بود. فاصله بین کرت‌ها از یک دیگر یک خط نکاشت و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر منظور گردید.

a2b7	a2b6	a2b5	a2b4	a2b3	a2b2	a2b1	a1b7	a1b6	a1b5	a1b4	a1b3	a1b2	a1b1
a2b6	a2b5	a1b1	a1b7	a2b4	a2b7	a2b2	a1b2	a1b5	a2b3	a1b4	a2b1	a1b6	a1b3
a2b6	a2b3	a1b6	a1b7	a2b5	a1b4	a2b7	a2b2	a1b1	a1b2	a2b4	a1b3	a1b5	a2b1
a2b6	a1b5	a2b7	a2b2	a2b5	a1b3	a1b6	a1b2	a2b1	a2b4	a1b2	a1b4	a2b3	a1b1

(نقشه کشت)

۳-۷-۲- عملیات آماده‌سازی زمین و کاشت بذور

به منظور آماده‌سازی زمین به وسیله فاروئر پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی متر ایجاد گردید. سپس اندازه کرت‌ها در آن مشخص شد و پس از آن جوی‌های آبیاری تعبیه گردیدند. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری تیمارها با یکدیگر بین هر دو تیمار یک خط نکاشت در نظر گرفته شد و محل تیمارهای مورد نظر به صورت تصادفی مشخص شد. همچنین به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی دو جوی در نظر گرفته شد که یکی از آن‌ها به منظور تخلیه آب اضافی تکرار بالایی و دیگری به منظور ورود آب از نهر کنار زمین به تکرار بعدی تعبیه شده بود. کود اوره به شکل دست‌پاش طبق مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به خاک تمام کرت‌های مورد نظر اضافه و سپس آبیاری انجام شد.

پس از انجام عملیات زراعی، در زمان مناسب در یک طرف پشته‌ها، کاشت بذور به وسیله دست و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۰ تیر ماه سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. به منظور تثبیت بیولوژیکی مناسب در گیاه مایه تلقیح برادی ریزوبیوم جاپونیکوم (Bradyrhizobium Japonicum) قبل از کشت با بذور سویا تلقیح گردید. بذور قبل از کاشت با توجه به مقدار بذر مصرفی با مقداری مشخص برادی ریزوبیوم جاپونیکوم، یک لیتر آب، صد گرم شکر (محلول ۱۰ درصد شکر) با هم در ظرفی ریخته شد تا باکتری به کمک شکر به بذور بچسبد.

۳-۷-۳- عملیات داشت

الف- آبیاری: نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور انجام شد به صورتی که پشته‌ها کاملا خیس شدند. آبیاری‌های بعدی هم در طول فصل رشد هر هفت روز یک بار انجام شد.

ب- واکاری: بعد از جوانه‌زنی و ظهور گیاه، در نقاطی که سبز شدن بذور با مشکل مواجه شده بود اقدام به واکاری شد.

ج- تنک: با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن در مرحله ۷-۴ برگی گیاهچه‌ها و با حفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته‌ها اجرا شد.

د- مبارزه با علف‌های هرز: جهت دفع علف‌های هرز روی خطوط کاشت و بین ردیف‌ها هر دو هفته یک‌بار وجین به صورت دستی انجام گرفت.

۳-۷-۴- نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌ها

با توجه به زمان کاشت، اولین نمونه‌برداری بوته‌ها در تاریخ ۱۹ تیر ماه، ده روز پس از کاشت صورت پذیرفت و نمونه‌گیری‌های بعدی هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. در زمان نمونه‌برداری از ابتدا و انتهای هر کرت ۰/۵ متر به عنوان حاشیه حذف گردید و در هر مرحله نمونه‌برداری از هر کرت آزمایشی، ۲ بوته به صورت تصادفی از دو ردیف وسط برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. قطع بوته‌ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت. در آزمایشگاه بوته‌ها به اجزای آن تفکیک و با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. وزن خشک بوته‌ها و اندام‌های آن پس از خشک شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا مرحله رسیدن به وزن ثابت، توزین و ثبت شد.

۳-۷-۵- برداشت نهایی

بوته‌ها در انتهای دوره رشد پس از رسیدگی فیزیولوژیکی از مساحت ۱/۵ مترمربع جهت اندازه-گیری عملکرد نهایی و اجزای عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آخرین نمونه‌برداری برخی صفات مانند تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه ،عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شد.

۳-۸ برآورد شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد

۳-۸- ۱- سرعت رشد گیاه (CGR [۱])

واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی با سرعت رشد گیاه همراه است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می‌باشد که براساس گرم در متر مربع در روز بیان می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲).

$$CGR = (W_2-W_1) / (T_2- T_1)$$

W_1 و W_2 : به ترتیب وزن خشک برگ (گرم در مترمربع) در نمونه‌برداری اول و دوم

$T_2- T_1$: فاصله زمانی بین دو نمونه‌برداری

۳-۹- عملکرد و اجزای عملکرد

از هر کرت آزمایشی تعداد ۲۰ بوته با در نظر گرفتن حاشیه و به منظور تعیین عملکرد نهایی برداشت گردید. مساحت اشغال شده توسط این ۲۰ بوته محاسبه و عملکرد نهایی برحسب متر مربع برآورد گردید. اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی گیاه می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. اجزای عملکرد در گیاه سویا شامل تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در هر غلاف و وزن هزار دانه می‌باشند که در ۲۰ بوته برداشت شده اندازه‌گیری شدند.

۳-۱۰- ارزیابی صفات

۳-۱۰-۱- سنجش کلروفیل

جهت ارزیابی غلظت کلروفیل برگ در هر نمونه قبل از برداشت از روش بدون لهیدگی استفاده شد. بدین ترتیب ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ توزین شده و به وسیله دستگاه پانچ به قطعات کوچکی خرد

۱- Crop Growth Rate

شد و با ۶ میلی‌لیتر دی متیل سولفوکسید به حجم رسانده شد. سپس محلول حاصل به مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها از حمام آب گرم خارج شدند و پس از سرد شدن با قرار گرفتن در اسپکتروفتومتر مدل Jenway6305 ساخت کشور آلمان میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد (هیسوکس و ایسریلستام، ۱۹۷۹).

$$Chl\ a = [\ ۱۲.۲۵\ (oD_{663}) - ۲.۲۵\ (oD_{645})\ ] * [\ V/1000W\ ]$$

$$Chl\ b = [\ ۲۰.۳۱\ (oD_{663}) - ۴.۹۱\ (oD_{645})\ ] * [\ V/1000W\ ]$$

$$Chl\ T = chl\ a + chl\ b$$

در روابط فوق chl a، chl b، chl T به ترتیب میزان کلروفیل a، b و کل، oD_{663}، oD_{645}، oD_{470} به ترتیب اپتیکال دانسیته عصاره در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر، V حجم نهایی عصاره، W وزن نمونه برحسب گرم می‌باشد.

۳-۱۰-۲- سنجش درصد روغن دانه

روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین شد. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل دستگاه اکسترکتور قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط وزن شدند و روی هر صفحه گرم‌کننده دستگاه قرار گرفتند. داخل هر بالن مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی ریخته شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دما برای تمام نمونه‌ها ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از گذشت این مدت دستگاه خاموش و حلال جمع

شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. برای آن که باقی مانده اثر از بین برود، بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند. سپس بالن‌ها به آون منتقل شده و به مدت یک ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت یک ساعت و نیم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گشتند. جهت محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از رابطه زیر استفاده شد:

۱۰۰ * (وزن اولیه بالن - وزن ثانویه بالن) = درصد روغن موجود در نمونه

۳-۱۰-۳- سنجش درصد پروتئین دانه

مقدار پروتئین موجود در دانه به روش کجلدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کجلدال[1] از اجاق هضم کننده 2040 Digestor از شرکت Foss Tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار Kjeltec Analysis Unit 2300 از همان شرکت استفاده گردید. جهت انجام عملیات هضم ۱ گرم از بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجلدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور (شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم K_2SO_4 و ۰/۱۵ گرم سولفات مس $CuSO_4$) به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. این روش برای جلوگیری از جوشش و کف‌کردن مواد درون فلاسک بسیار مؤثر واقع شد. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسک‌ها به محلولی نسبتا زلال به رنگ سبز بسیار کم‌رنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳ مخزن دستگاه آب مقطر، سود سوزآور (NaOH) ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. ۱۰۰ میلی-لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل)، ۷۰ میلی‌لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل) و ۱۰ لیتر اسید بوریک ۱ درصد ترکیب محلول دریافت

کننده را تشکیل دادند. پس از قرارگیری فلاسک‌ها در دستگاه، به ترتیب ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی‌لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه اضافه شد و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر، نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک (NH_3) تصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه‌ای سوخته تبدیل شد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شد و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیوم را تشکیل داد که معرف‌های موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان ساختند. عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت پذیرفت. طی این عمل بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسی کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتر شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید. رابطه زیر به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه بیان شده است:

وزن نمونه(گرم) / (A * ۰/۱۴) = درصد نیتروژن نمونه

در این رابطه A حجم اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرفی بر حسب میلی‌لیتر می‌باشد.

جهت تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه زیر استفاده گردید:

ضریب تبدیل پروتئین * درصد نیتروژن = درصد پروتئین نمونه

ضریب تبدیل پروتئین برای سویا ۶/۲۵ می باشد.

۳-۱۱- تجزیه آماری داده‌ها

در این تحقیق تجزیه واریانس اعداد خام با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد و سپس مقایسات میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

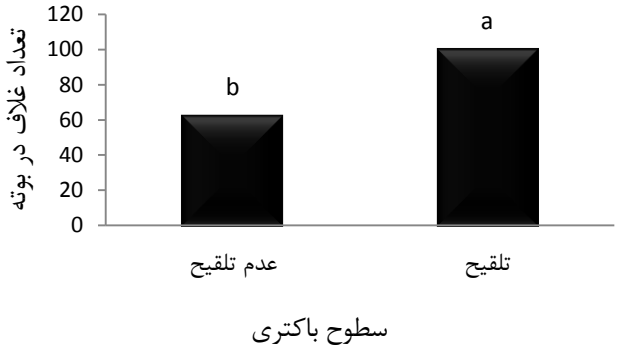
فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- اجزاء عملکرد

۴-۱-۱- تعداد غلاف در بوته

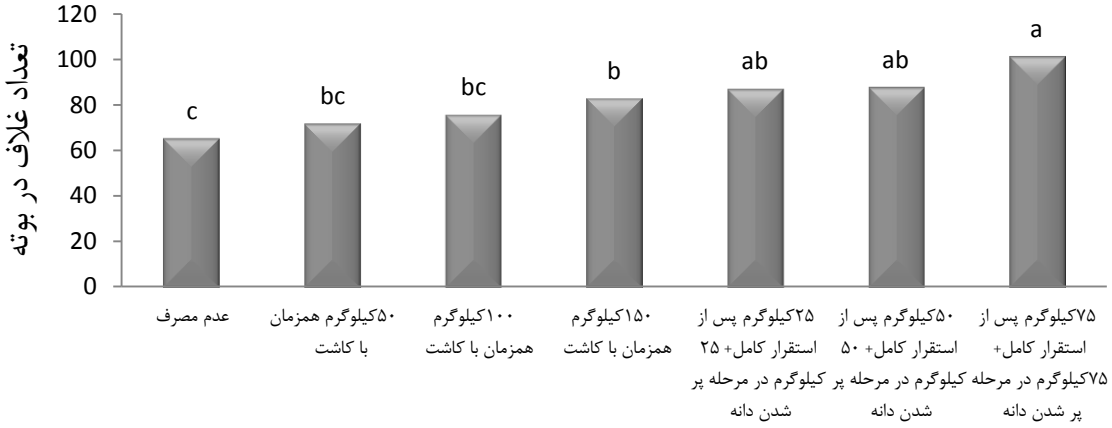
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول۴-۱) که تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل ۴-۱) نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به میزان ۱۰۰/۶۰۷ غلاف بدست آمد که ۳۷ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم افزایش یافت. بررسی‌های کرک و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که تلقیح بذر سویا با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم قبل از کاشت سبب افزایش تعداد غلاف در بوته گردید.



شکل ۴-۱- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول۴-۱)که تقسیط کود اوره بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل۴-۲) نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۰۱/۵ غلاف بدست آمد که ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. الهادی و شیخ (۱۹۹۹) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن تعداد غلاف در بوته را افزایش می‌دهد.

نتایج نشان داد که تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد عدم مصرف کود نداشت (شکل ۴-۲). این وضعیت نشان می‌دهد کاربرد کود اوره به صورت پایه تا این میزان تأثیری بر این صفت ندارد و عملا استفاده از کود اوره در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیهوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که (شکل۴-۲) تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در صفت تعداد غلاف به ترتیب باعث افزایش ۲۱، ۲۴، ۲۵ درصدی نسبت به شاهد شد.



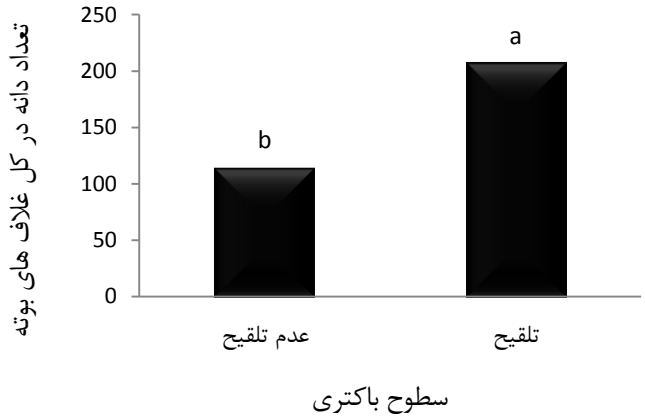
شکل۴-۲- اثر تقسیط کود اوره بر تعداد غلاف در بوته

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) اثر متقابل تقسیط کود اوره و تلقیح با باکتری بر صفت تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود.

۴-۱-۲- تعداد دانه در غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول۴-۱) که تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر تعداد دانه در غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در بوته از تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به میزان ۲۰۷/۴۴۸ غلاف بدست آمد که ۴۴ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری افزایش یافت (شکل۴-۳). کاظمی و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم سویا گزارش کردند که تلقیح سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بوته سویا گردید.



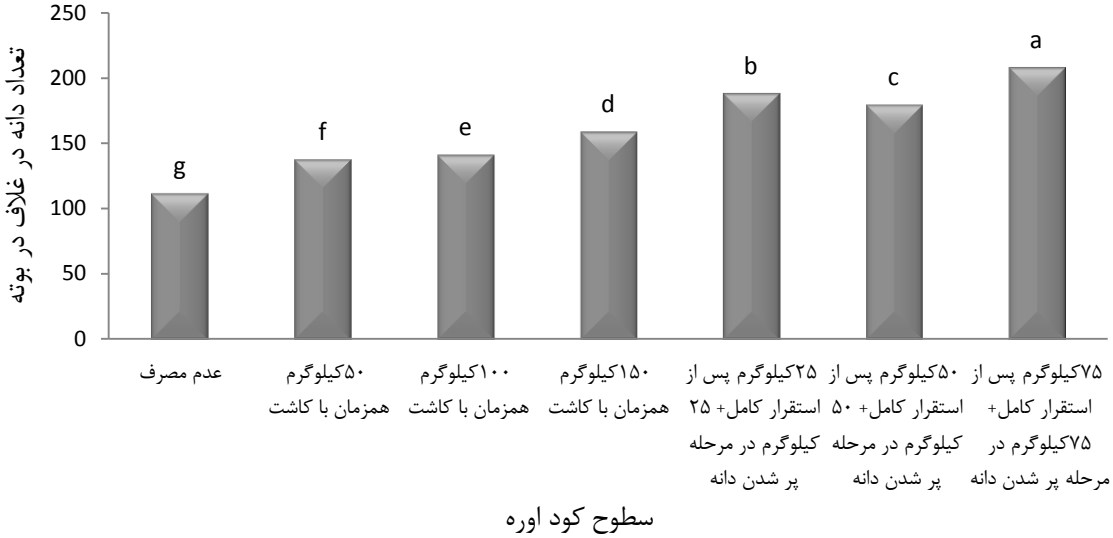
شکل۴-۳- اثر باکتری برادی ریزوبیوم بر تعداد دانه در کل غلاف‌های بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول۴-۱) که تقسیط کود اوره بر تعداد دانه در غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین (شکل۴-۴) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در بوته از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۰۸/۶ دانه در غلاف بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار تعداد دانه در غلاف در بوته ۴۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج (شکل۴-۴) نشان داد که تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با

کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب باعث افزایش ۱۰، ۲۰، ۲۹، ۴۰ و ۳۷ درصدی تعداد دانه در غلاف نسبت به شاهد شد.

مطابق نتایج مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۴) در مرحله همزمان با کاشت، بیشترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۵۹/۲ دانه در غلاف بود. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار افزایش ۲ درصدی در تعداد دانه در غلاف از خود نشان داد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در صفت تعداد دانه در غلاف ۱۳ درصد افزایش نشان داد. همچنین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در تعداد دانه در غلاف افزایش ۱۱ درصدی از خود نشان داد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تیمار تقسیط کود اوره (۴-۴) در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف از تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۰۸/۶ دانه در غلاف بدست آمد. تیمار ۲۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه، افزایش ۴ درصدی در صفت تعداد دانه در غلاف نشان داد. تیمار ۲۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه ۱۰ درصد کاهش در این صفت داشت. تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه ۱۵ درصد کاهش در صفت تعداد دانه در غلاف داشت.



شکل۴-۴- اثر تقسیط کود اوره بر تعداد دانه در غلاف

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مورد صفت تعداد دانه در غلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در بوته از ترکیب تیماری تلقیح با باکتری و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۵۷ دانه در غلاف بدست آمد که ۷۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل۴-۵). نتایج بدست آمده از مقایسات میانگین (شکل۴-۵) نشان داد که ترکیب تیمارهای عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و۵۰ سطح کودی کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی

۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود اوره؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب باعث افزایش ۵۲، ۶۱، ۹۶، ۱۷۴، ۱۵۸، ۱۸۴، ۱۹۷، ۲۳۷، ۲۴۱، ۲۶۹، ۲۹۶ و ۲۸۱ درصدی تعداد دانه در غلاف نسبت به شاهد شد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۵) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۱۰/۸ عدد بدست آمد. ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۵ درصد کاهش در این صفت داشت. ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲۸ درصد کاهش نشان داد. همچنین ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲۲ درصد کاهش در این صفت نشان داد.

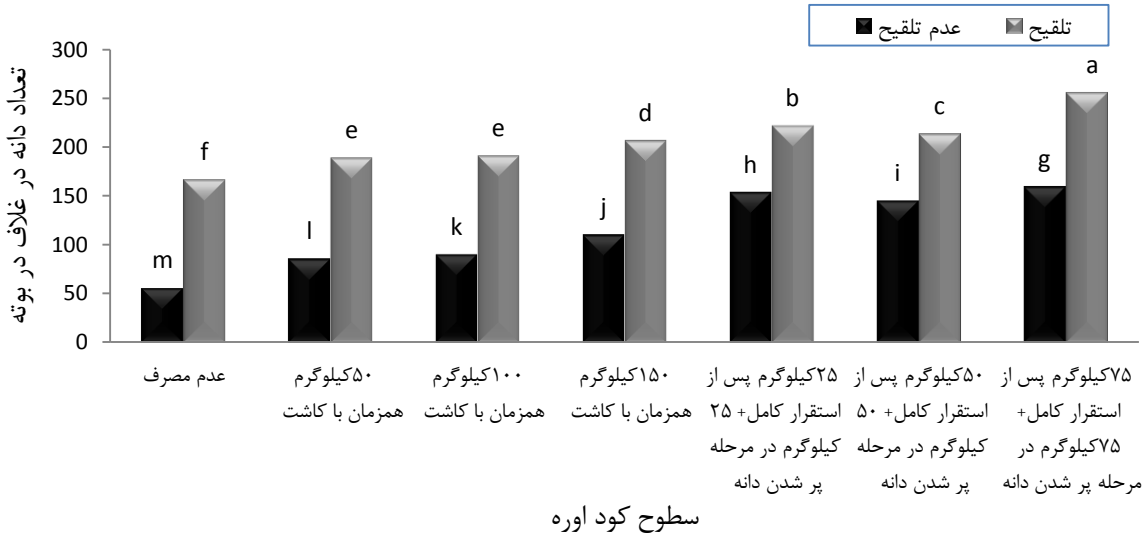
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۵) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۶۰/۱ عدد بدست آمد. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در

مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۶ درصد افزایش در این صفت داشت. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۳ درصد کاهش نشان داد. همچنین ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۹ درصد کاهش داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۵) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۰۷/۷ عدد بدست آمد. ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ترکیب تیماری تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف معنی داری در این صفت نداشتند. ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۹ درصد کاهش نشان داد. همچنین ترکیب تیماری تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱ درصد کاهش در این صفت داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۵) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۵۷ عدد بدست آمد. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵

کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۳ درصد افزایش در این صفت داشت. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۵ درصد کاهش نشان داد. همچنین ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۹ درصد کاهش داشت.

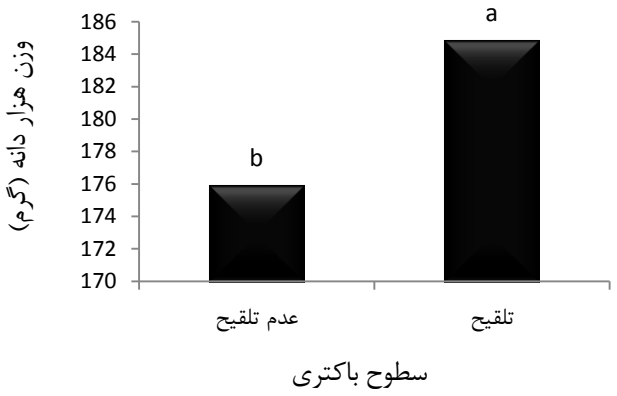


شکل۴-۵- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر تعداد دانه در غلاف

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۱-۳- وزن هزاردانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول۴-۱) که تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر وزن هزار دانه در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از تیمار تلقیح بذر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به میزان ۱۸۴/۸۶۹ گرم بدست آمد که ۴/۸۳ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری بیشتر بود (شکل۴-۶). کاظمی و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم سویا گزارش کردند که تلقیح سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه سویا گردید.



شکل۴-۶- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر وزن هزار دانه

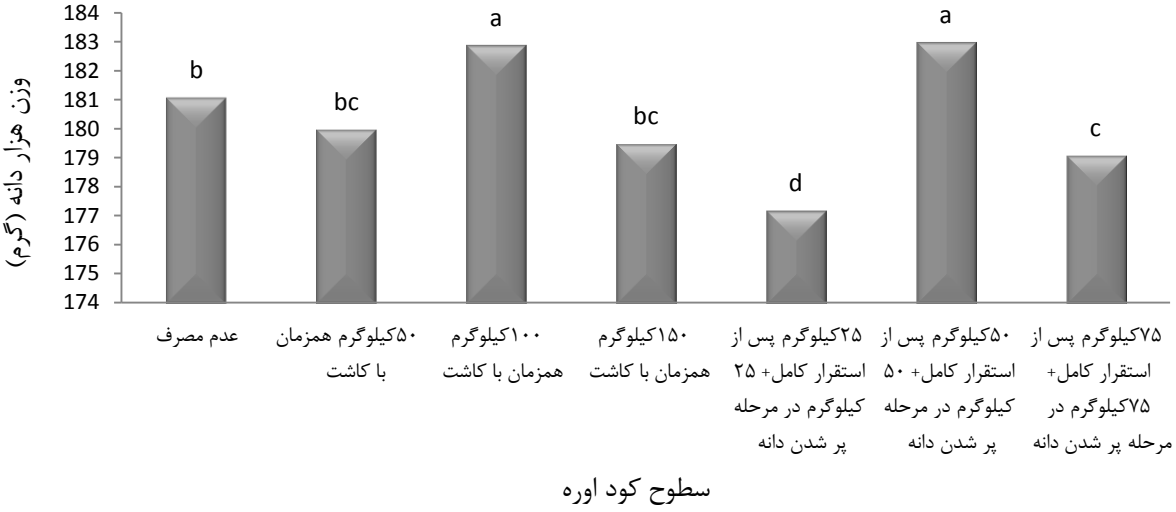
تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۴-۱) نشان داد که تقسیط کود اوره بر وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در استقرار کامل + ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۸۳ گرم بدست آمد که تا ۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل۴-۷).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۷) نشان داد که تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری در این صفت نداشتند. همچنین تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۰/۹۹، ۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۲ و ۱ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۷) نشان داد که در مرحله همزمان با کاشت بیشترین وزن هزار دانه از تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۸۲/۹ گرم بدست آمد. تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱ درصد کاهش نشان داد. تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱ درصد افزایش در صفت وزن هزار دانه داشت.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۷) در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۸۳ گرم بوده. تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه ۳ درصد کاهش در این صفت نشان داد. تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه ۱

درصد کاهش داشت. تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در مرحله پر شدن دانه ۲ درصد افزایش در صفت وزن هزار دانه داشت.



شکل۴-۷- اثر تقسیط کود اوره بر وزن هزار دانه

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر صفت وزن هزار دانه در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از ترکیب تیماری تلقیح با باکتری و عدم مصرف کود اوره به میزان ۱۹۱/۵ گرم بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار میزان وزن هزار دانه در بوته تا ۱۰ درصد نسبت به شاهد عدم تلقیح بذر با باکتری و عدم مصرف کود افزایش یافت (شکل۴-۸).

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره بر صفت وزن هزار دانه (شکل۴-۸) نشان داد که ترکیب تیمارهای عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در

هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح وسطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود اوره؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب باعث افزایش ۳، ۴، ۳، ۲، ۳، ۳، ۱۲، ۷، ۱۰، ۶، ۴، ۱۱، ۶ درصدی در وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۸) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۷۷/۸ گرم بدست آمد. ترکیب تیمارهای عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ عدم تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در صفت وزن هزار دانه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

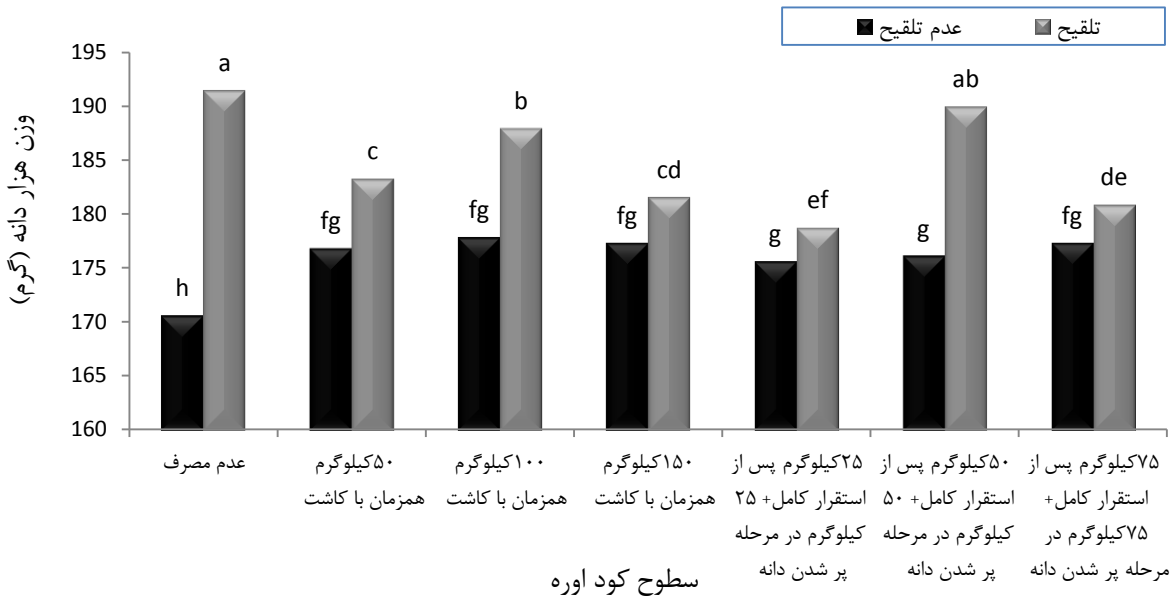
طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۸) بیشترین وزن هزار دانه در این مرحله مربوط به ترکیب

تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۷۷/۳ گرم بود. ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در این صفت نداشتند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۸) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۸۸ گرم بود. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲ درصد کاهش نشان داد. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به تیمار تلقیح و۱۵۰ کیلوگرم اوره کود در هکتار در صفت وزن هزار دانه تفاوت معنی داری نداشت. همچنین ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۳ درصد افزایش داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۸) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۹۰ گرم بدست آمد. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در

هکتار در مرحله پر شدن دانه در وزن هزار دانه ۶ درصد کاهش در این صفت داشت. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در وزن هزار دانه تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۵ درصد افزایش در این صفت داشت.

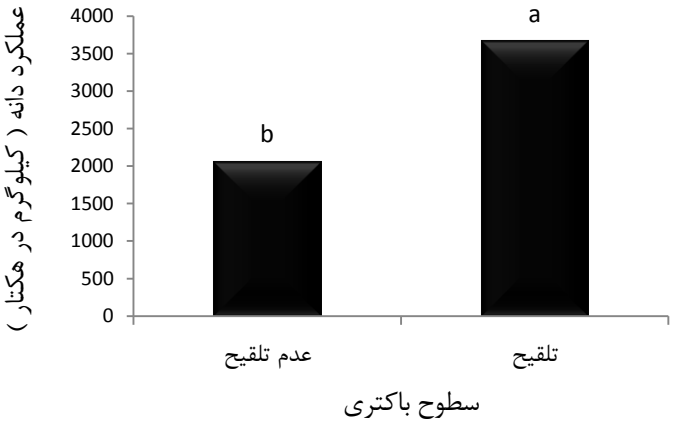


شکل۴-۸- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر وزن هزار دانه

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۲- عملکرد دانه

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) بین تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری در صفت عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین بین تلقیح بذر با باکتری و عدم تلقیح بذر با باکتری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم به میزان ۳۶۷۲/۶۹۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که در مقایسه با تیمار عدم تلقیح ۴۳ درصد عملکرد دانه افزایش یافت (شکل۴-۹). ایمسند (۱۹۹۲) گزارش کرد که در تیمار تلقیح بذر سویا با باکتری عملکرد بیشتری نسبت به تیمارهایی که کوددهی شده بودند حاصل شد. افزایش عملکرد دانه در نتیجه تلقیح گیاه با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم می‌تواند به علت افزایش تولید هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی، تسهیل جذب عناصر غذایی و مقاومت در برابر بیماری‌ها باشد.



شکل ۴-۹- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر عملکرد دانه

تقسیط کود نیتروژن می‌تواند در انواع ارقام برنج جهت افزایش قابلیت دسترسی به نیتروژن در مراحل حساس رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد (ساها و همکاران، ۱۹۹۸). ویگ (۱۹۸۹) بالاترین مقدار اجزای عملکرد و تولید ذرت با توزیع نیتروژن در آغاز تشکیل بلال بدست آورد. تجزیه واریانس

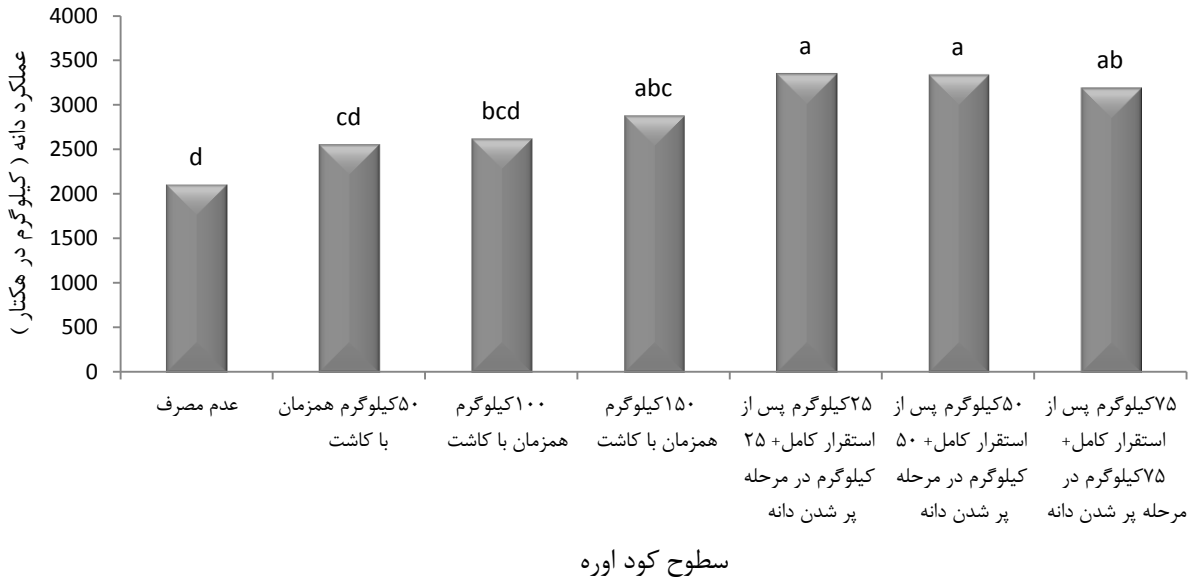
(جدول۴-۲) نشان داد که تقسیط کود اوره بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل۴-۱۰) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۷۴۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد ۳۷ درصد افزایش داشت. به نظر میرسد استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر در مراحل زایشی، به ویژه در طی مرحلهٔ پرشدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. نتایج این تحقیق با نتایج کوشال و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۰) نشان داد که تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت با شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه نداشتند. تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ؛ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه عملکرد دانه به ترتیب ۲۶، ۳۶، ۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد.

نتایج مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۰) در مرحله همزمانی با کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در این مرحله از تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۸۸۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در این مرحله از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه با یکدیگر نداشتند. اوسبورن و ریدل (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزودن کود نیتروژن به صورت آغازگر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد و کیفیت آن می‌گردد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۰) در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد دانه در این مرحله از تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در

هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۳۵۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار کودی ۷۵کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه با یکدیگر نداشتند.



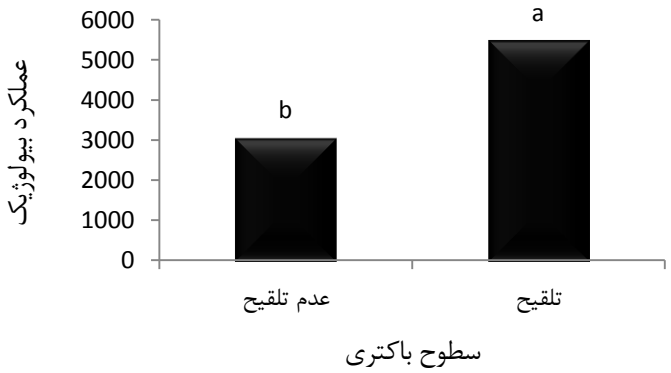
شکل۴-۱۰- اثر تقسیط کود اوره بر عملکرد دانه

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که اثرات متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد.

۴-۳- عملکرد بیولوژیک

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که اثر تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار تلقیح شده با باکتری به میزان ۵۴۹۸/۸۱۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار عملکرد بیولوژیک افزایش ۴۴ درصدی نسبت به تیمار عدم تلقیح از خود نشان داد (شکل۴-۱۱). مهدی‌پور (۱۳۸۸) اثر باکتری همزیست گیاه سویا را در اندام-های هوایی و عملکرد دانه در گیاه سویا را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که تلقیح باکتری موجب افزایش رشد و ایجاد گره‌زایی در سویا شد (مهدی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۴-۱۱- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴-۲) تأثیر معنی‌دار بودن تقسیط کود اوره را بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین این صفت (شکل۴-۱۲) نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۵۴۳۱/۷۲۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اعمال این تیمار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد ۴۲ درصد افزایش یافت. آتکینز (۱۳۷۳) نیز با مطالعه

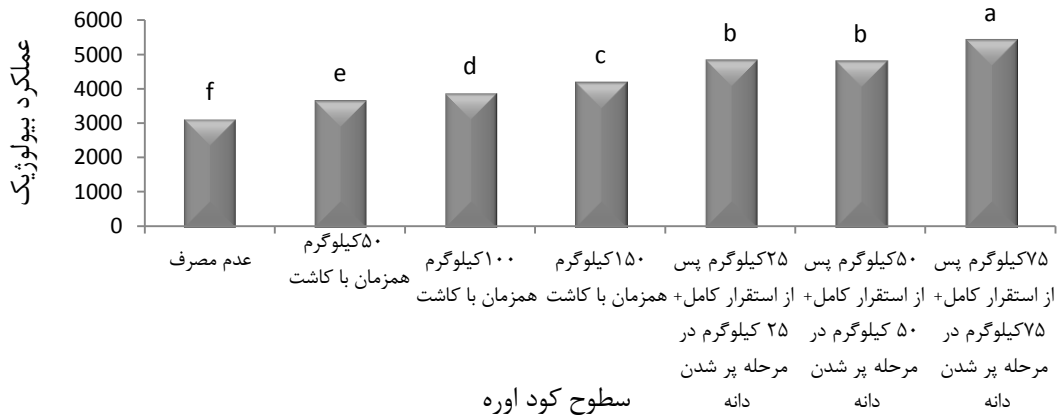
بررسی رقم ویلیامز سویا دریافت که کود ازت را باید به صورت سرک و در مناسب‌ترین زمان در اختیار گیاه قرار داد به طوری که حداکثر میزان نیاز گیاه به کود سرک بلافاصله بعد از گلدهی و در زمان دانه‌بندی است.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۲) نشان داد که تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب افزایش ۱۴، ۱۹، ۲۵، ۳۵ و ۳۵ درصدی در عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد نشان داد.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۲) نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در این مرحله از تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۴۲۰۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. عملکرد بیولوژیک تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۵ درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱۲ درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۷ درصد کاهش یافت.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۲) حاکی از آن بود که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک در این مرحله از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۵۴۳۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰

کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه از نظر عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. عملکرد بیولوژیک تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۰ درصد کاهش نشان داد. عملکرد بیولوژیک تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۱ درصد کاهش یافت.



شکل ۴-۱۲- اثر تقسیط کود اوره بر عملکرد بیولوژیک

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مورد صفت عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از ترکیب تیماری تلقیح با باکتری و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۶۶۹۳

کیلوگرم در هکتار بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار عملکرد بیولوژیک تا ۷۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل۴-۱۳).

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین (شکل۴-۱۳) نشان داد که ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود اوره؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب سبب افزایش ۱۹، ۳۵، ۴۵، ۵۸، ۵۶، ۶۰، ۶۴، ۶۶، ۶۸، ۶۹، ۷۱/۳۱، ۷۱/۸۵ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۳) بیشترین عملکرد بیولوژیک در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۹۹۷ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۹ درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲۱

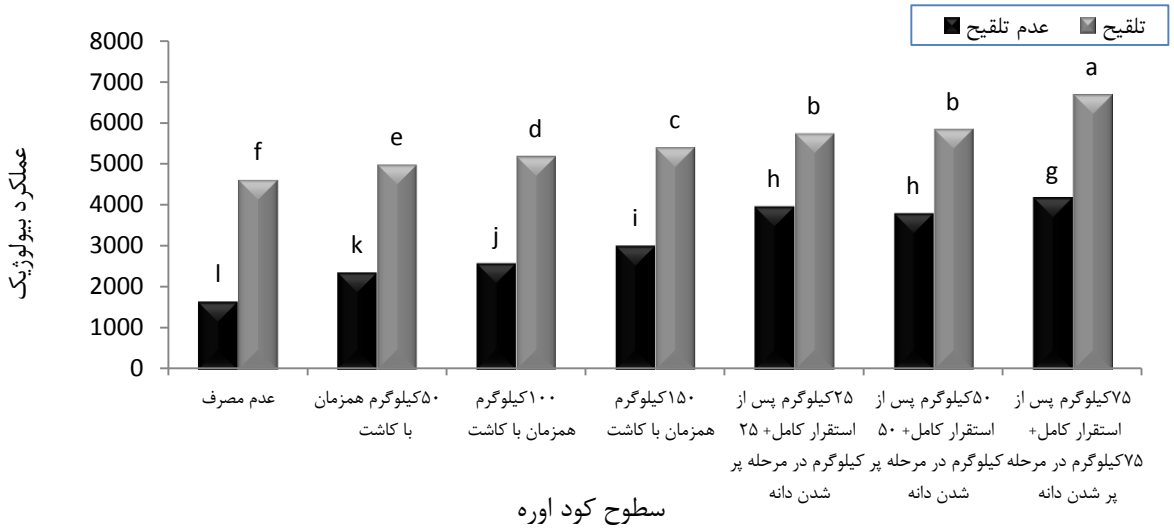
درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱۴ درصد کاهش یافت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح و تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۳) در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه مشاهده شد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۴۱۷۰ کیلوگرم در هکتار بود. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه و ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری در این صفت نداشتند. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۵ درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۹ درصد کاهش یافت.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۳) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۵۴۰۸ کیلوگرم در هکتار بود. ترکیب تیماری ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار عملکرد بیولوژیک ۴ درصد کاهش یافت. ترکیب تیماری ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار عملکرد

بیولوژیک ۸ درصد کاهش یافت. همچنین ترکیب تیماری ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک ۴ درصد کاهش مشاهده شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۵) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۶۶۹۳ کیلوگرم در هکتار بود. بین ترکیب‌های تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه و ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۶ درصد کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۴ درصد کاهش یافت.

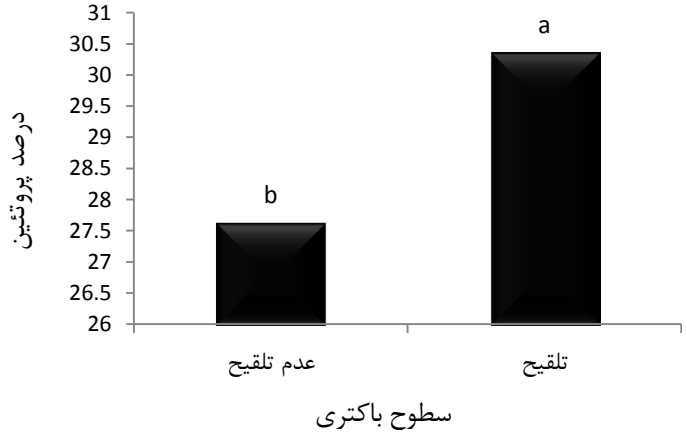


شکل۴-۱۳- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر عملکرد بیولوژیک

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۴- درصد پروتئین

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) بین تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم و تیمار عدم تلقیح از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین بین تیمار تلقیح بذر با باکتری و تیمار عدم تلقیح بذر نشان داد که بیشترین درصد پروتئین از تیمار تلقیح بذر با باکتری به میزان ۳۰/۳۶۷ درصد بدست آمد که در مقایسه با تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری ۹ درصد پروتئین افزایش نشان داد (شکل۴-۱۴). رام رائو و همکاران (۲۰۰۷) افزایش درصد پروتئین بر اثر استفاده از کودهای بیولوژیک به دلیل تأثیر تلقیح باکتری‌ها بود که کارایی تنظیم‌کنندگی رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی را در گیاه افزایش داده. توانایی گیاه سویا در همزیستی با باکتری تثبیت کننده نیتروژن موجب شده که این گیاه اتکای کمتری به منابع نیتروژن خاک داشته باشد به طوری که میزان پروتئین در گیاه همزیست با باکتری ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان فاقد باکتری بوده است (کریشنان و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل۴-۱۴- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر درصد پروتئین

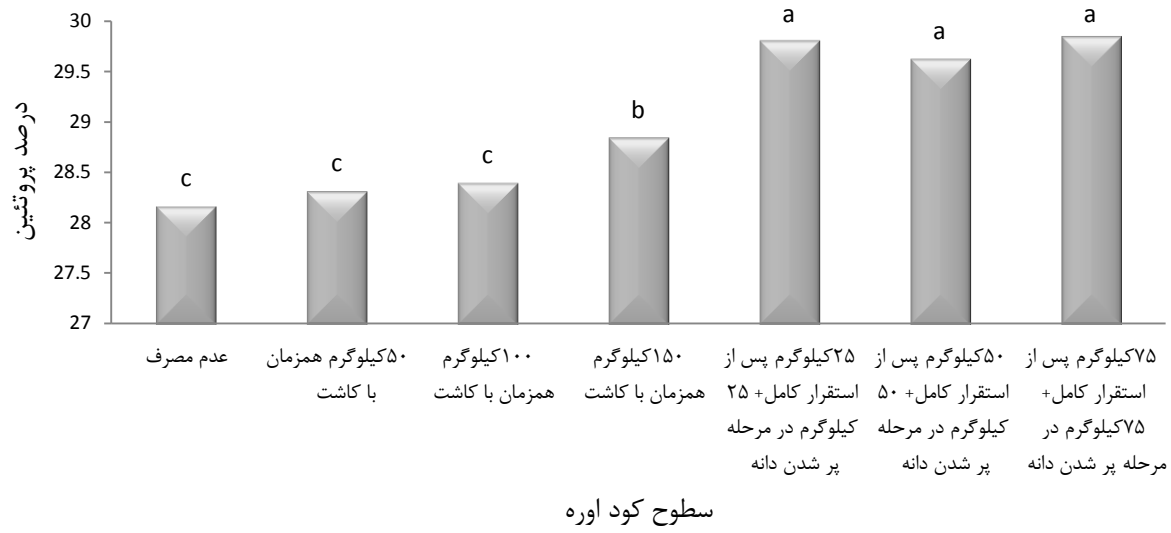
تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد که اثر تیمار تقسیط کود اوره بر مقدار پروتئین در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۹/۸۵ درصد بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار مقدار پروتئین تا ۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل۴-۱۵). به طور کلی نیتروژن در ترکیب شیمیایی گیاهان مثل پروتئین، اسید نوکلئیک، کلروفیل، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها اهمیت به سزایی دارد (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۹۰). آنچنی (۱۹۹۳) در آزمایشی با عنوان تأثیر کود شیمیایی حاوی نیتروژن بر برخی از ویژگی‌های کیفی طبیعی در گیاه برنج در دهلی نو گزارش کرد که، تقسیط کود نیتروژن در سه مرحله باعث افزایش عمده محصول و حجم پروتئین گردید.

نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۵) نشان داد که تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت با شاهد در مقدار پروتئین اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج مقایسات میانگین تقسیط کود اوره نشان داد که تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در همزمان با کاشت؛ سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب مقدار پروتئین نسبت به شاهد ۲، ۵، ۵، ۵ درصد افزایش نشان داد.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۵) در مرحله همزمان با کاشت مشاهده شد که بیشترین مقدار پروتئین در این مرحله مربوط به تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۸/۸۵ درصد بدست آمد. تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ۱۵۰ کیلوگرم

اوره در هکتار در درصد پروتئین کاهش نشان داد. همچنین تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱ درصد کاهش در میزان پروتئین داشت.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۵) مشاهده شد که بیشترین مقدار پروتئین در این مرحله مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۹/۸۵ درصد بود. بین سایر تیمارهای کودی پس از استقرار کامل اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود نداشت.



شکل۴-۱۵- اثر تقسیط کود اوره بر پروتئین

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد که اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مورد صفت درصد پروتئین در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین از ترکیب تیماری تلقیح با باکتری و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار

پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۱/۹۲ درصد بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار مقدار پروتئین تا ۱۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل۴-۱۶).

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین (شکل۴-۱۶) نشان داد که در تیمارهای عدم تلقیح بذر با باکتری در سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار با تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری و عدم مصرف کود اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود نداشت. همچنین طبق نتایج حاصل از مقایسات میانگین ترکیب تیماری تلقیح و عدم مصرف کود اوره؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب سبب افزایش ۴، ۶، ۶، ۹، ۴، ۴ و ۱۳ درصدی مقدار پروتئین نسبت به شاهد شد.

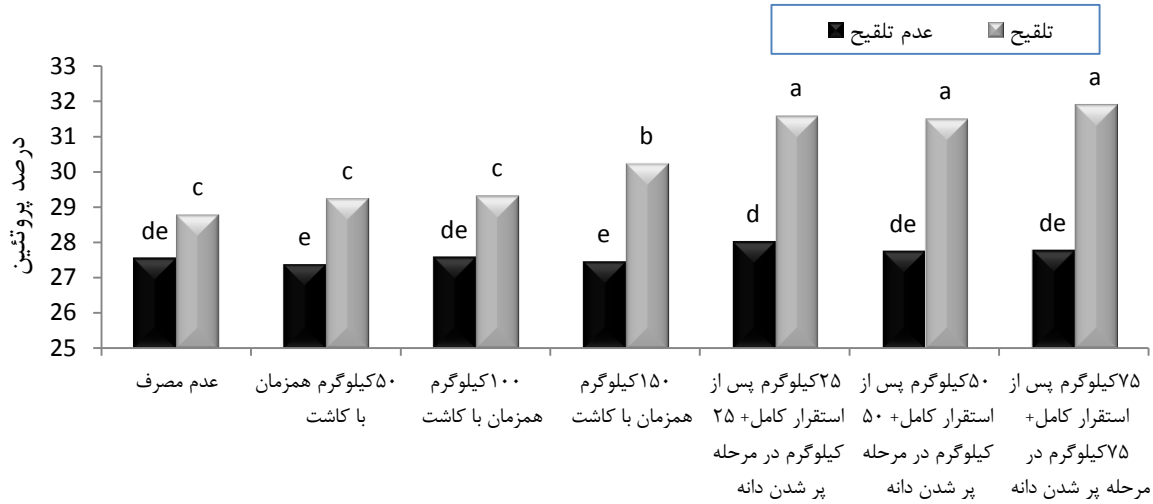
طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۶) بیشترین مقدار پروتئین در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۷/۵۸ درصد بود. بین ترکیب تیمارهای عدم تلقیح و سطوح مختلف کود اوره در این مرحله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح و تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۶) در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه مشاهده شد که بیشترین مقدار پروتئین در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار

در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۸/۰۲ درصد بود. بین سایر ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و سطح مختلف کود اوره در این مرحله اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود نداشت.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۶) نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۳۰/۲۵ درصد بود. بین ترکیب تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف معنی‌داری در مقدار پروتئین وجود نداشت. ترکیب تیماری ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار میزان پروتئین ۳ درصد کاهش یافت. همچنین ترکیب تیماری ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مقدار پروتئین ۳ درصد کاهش مشاهده شد. ایمسند (۱۹۹۲) در مطالعه خود روی میزان پروتئین سویا گزارش کرد که با تلقیح مطلوب می‌توان پروتئین بیشتری نسبت به تیمارهای کوددهی بدست آورد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۶) نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۱/۹۲ درصد بدست آمد. بین ترکیب‌های تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مقدار پروتئین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

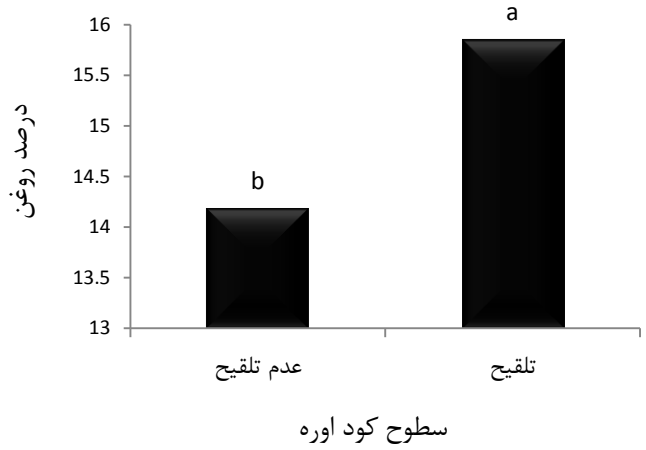


شکل۴-۱۶- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر درصد پروتئین

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۵- درصد روغن

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) بین تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و عدم تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین بین تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و عدم تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم حاکی از آن بود که بیشترین درصد روغن از تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم به میزان ۱۵/۸۵ درصد بود که در مقایسه با تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری مقدار روغن ۱۰/۵ درصد افزایش یافت (شکل۴-۱۷). لاجوردی و همکاران (۱۳۵۴) در تحقیقات خود گزارش کردند که باکتری ریزوبیوم موجب افزایش درصد روغن شد.



شکل ۴-۱۷- اثر باکتری برادی ریزوبیوم بر مقدار روغن

تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد که تقسیط کود اوره بر درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار شاهد به میزان ۱۵/۶۳ درصد بود که در مقایسه با تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵

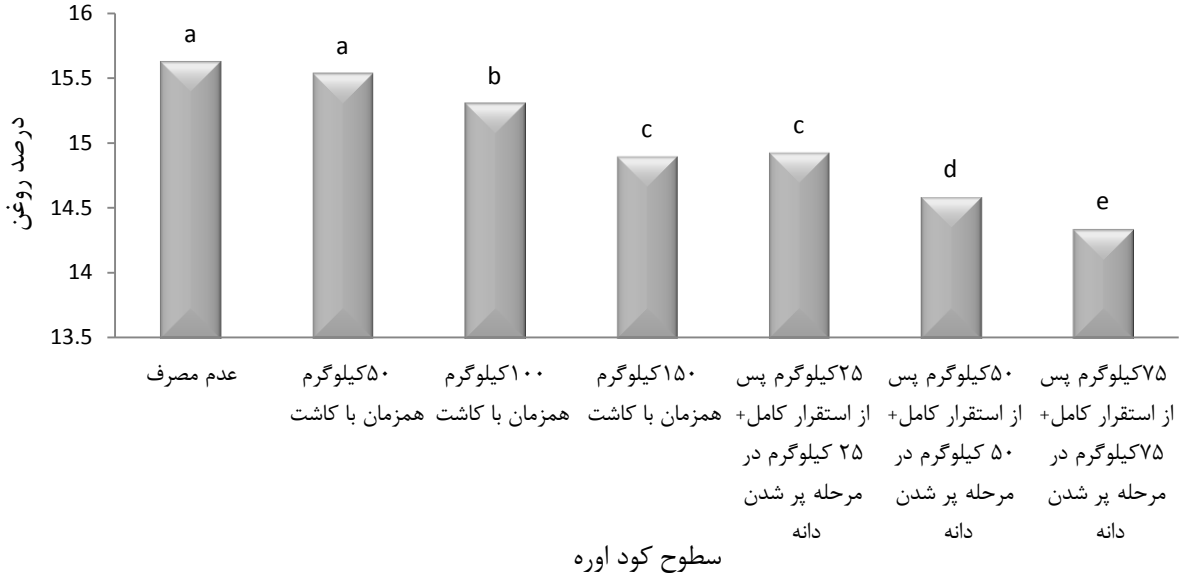
کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۸ درصد روغن افزایش پیدا کرد (شکل۴-۱۸). ناصری (۱۳۷۰) گزارش کرد که کاربرد کود اوره می‌تواند میزان روغن سویا را کاهش دهد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۱۸) نشان داد که تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. درصد روغن در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۲، ۴، ۴، ۷، ۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

نتایج مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۸) نشان داد که بیشترین درصد روغن از تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۵/۵۴ درصد بدست آمد. درصد روغن تیمارهای ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱ درصد افزایش یافت. تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۴ درصد افزایش نشان داد. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲ درصد افزایش داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۸) حاکی از آن بود که بیشترین درصد روغن از تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۴/۹۳ درصد بدست آمد. درصد روغن در تیمار ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۲ درصد افزایش یافت. همچنین درصد روغن در تیمار ۲۵ کیلوگرم

اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۴ درصد افزایش یافت. درصد روغن در تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱ درصد افزایش یافت.



شکل۴-۱۸- اثر تقسیط کود اوره بر درصد روغن

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد که اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مورد صفت درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین این تحقیق نشان داد که بیشترین درصد روغن از تیمار شاهد به میزان ۱۶/۵۰ درصد بدست آمد که در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۹ درصد افزایش نشان داد

(شکل۴-۱۹)، شاید بتوان این وضعیت را به وجود ارتباط معکوس بین مقدار روغن و پروتئین در دانه مرتبط دانست. زاد و همکاران (۲۰۰۱) در پژوهشی مدیریت استفاده از عناصر ریزمغذی را در ارتباط با کیفیت دانه، عملکرد و وضعیت تغذیه گیاه سویا مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که استفاده از این عناصر غذایی در افزایش عملکرد گیاه سویا تأثیر معنی‌دار دارد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در مورد صفت درصد روغن (شکل۴-۱۹) نشان داد که ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود؛ تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۱، ۶، ۵، ۶، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۲۰، ۲۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۹) نشان داد که بیشترین درصد روغن در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۶/۴۲ درصد بود. بین ترکیب

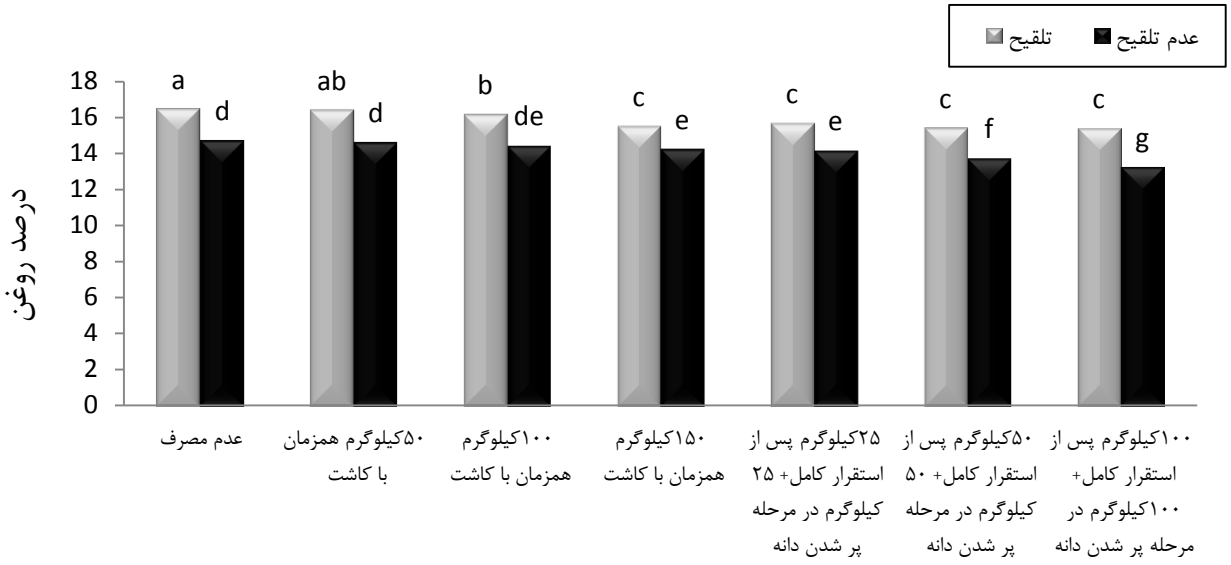
تیمارهای عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. درصد روغن در ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۵ درصد افزایش یافت. درصد روغن در ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۴ درصد افزایش یافت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۹) نشان داد که بیشترین درصد روغن در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۵/۶۸ درصد بدست آمد. ترکیب تیمارهای عدم تلقیح و ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار عدم تلقیح و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. کاربرد کود نیتروژن می‌تواند پروتئین دانه را افزایش و میزان روغن آن‌را کاهش دهد و هر چند نوع ترکیب ازته معمولا چندان اهمیتی ندارد اما معمولا اوره بر بازدهی دانه و میزان پروتئین آن اثر معکوس دارد (ناصری، ۱۳۷۰).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۱۹) نشان داد که بیشترین درصد روغن در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۱۴/۶۵ درصد بود. درصد روغن در ترکیب تیمارهای تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. درصد روغن در ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲ درصد افزایش داشت. درصد روغن در بین ترکیب

تیماری تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ترکیب تیماری تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۱۹) نشان داد که بیشترین درصد روغن در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۱۴/۱۸ بود. درصد روغن در ترکیب تیماری تلقیح و ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۳ درصد افزایش یافت. درصد روغن در ترکیب تیماری تلقیح و ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۶ افزایش یافت. همچنین درصد روغن در ترکیب تیماری تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تلقیح و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۳ درصد افزایش نشان داد.

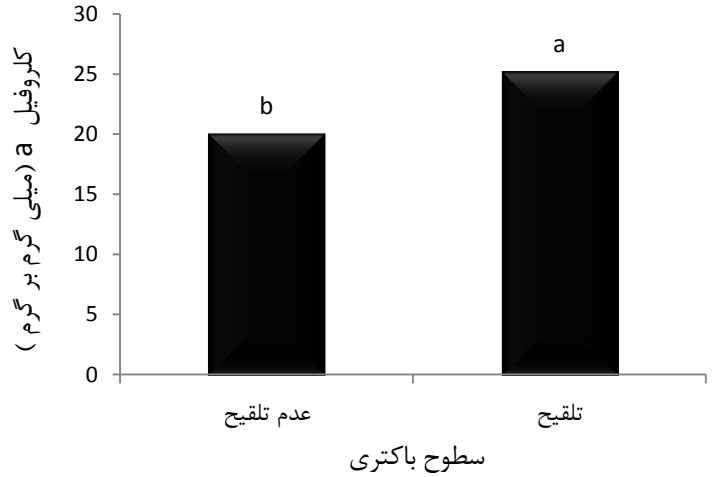


شکل۴-۱۹- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در درصد روغن

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۶- کلروفیل a

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول۴-۴) تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد در مقدار کلروفیل a بود. مقایسه میانگین این پژوهش نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a از تیمار تلقیح بذر با باکتری به میزان ۲۵/۲۵۰ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم ۲۰ درصد افزایش یافت (شکل۴-۲۰).



شکل۴-۲۰ : اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر مقدار کلروفیل a

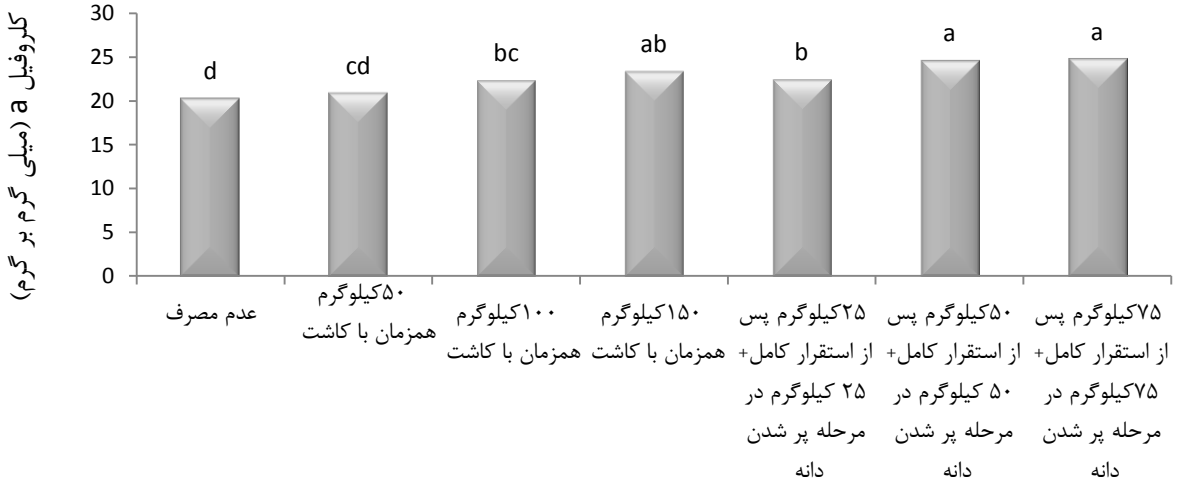
نتایج تجزیه واریانس این پژوهش (۴-۴) نشان داد که تقسیط کود اوره بر مقدار کلروفیل a در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تقسیط کود اوره نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۴/۸۰ میلی گرم بر گرم بود که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل a نسبت به شاهد ۱۸ درصد افزایش یافت (شکل۴-۲۱).

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۲۱) حاکی از آن بود که مقدار کلروفیل a در تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب مقدار کلروفیل a را نسبت به شاهد ۸، ۱۲، ۹، ۱۷ درصد افزایش داد.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل ۴-۲۱) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله مربوط به تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۳/۳۵ میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. بین تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل a اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقدار کلروفیل a در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱۱/۶۱ درصد افزایش نشان داد. تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل a با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل ۴-۲۱) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۴/۸۰ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد. مقدار کلروفیل a در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۹/۵۷ درصد افزایش نشان داد. مقدار کلروفیل a در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۷۵

کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۰/۴۶ درصد افزایش یافت. بین تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه و تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه از نظر مقدار کلروفیل a اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل۴-۲۱ : اثر تقسیط کود اوره بر کلروفیل a

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس این تحقیق (۴-۴) نشان داد که اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر مقدار کلروفیل a در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره حاکی از آن بود که بیشترین مقدار کلروفیل a از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن

دانه به میزان ۲۹/۲۵ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل a نسبت به شاهد ۳۴/۵۶ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۲۲).

مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره (شکل ۴-۲۲) نشان داد که مقدار کلروفیل a در ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و سطوح مختلف کود اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره (شکل ۴-۲۲) حاکی از آن بود که مقدار کلروفیل a در ترکیب‌های تیماری تلقیح و عدم مصرف کود؛ تلقیح و۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پرشدن دانه به ترتیب۱۱/۰۱، ۱۳/۲۳، ۲۰/۷۴، ۲۷/۹۶، ۲۱/۷۴، ۳۳/۴۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل ۴-۲۲) نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۰/۴۹ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. بین ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار: عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار: عدم تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل a با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

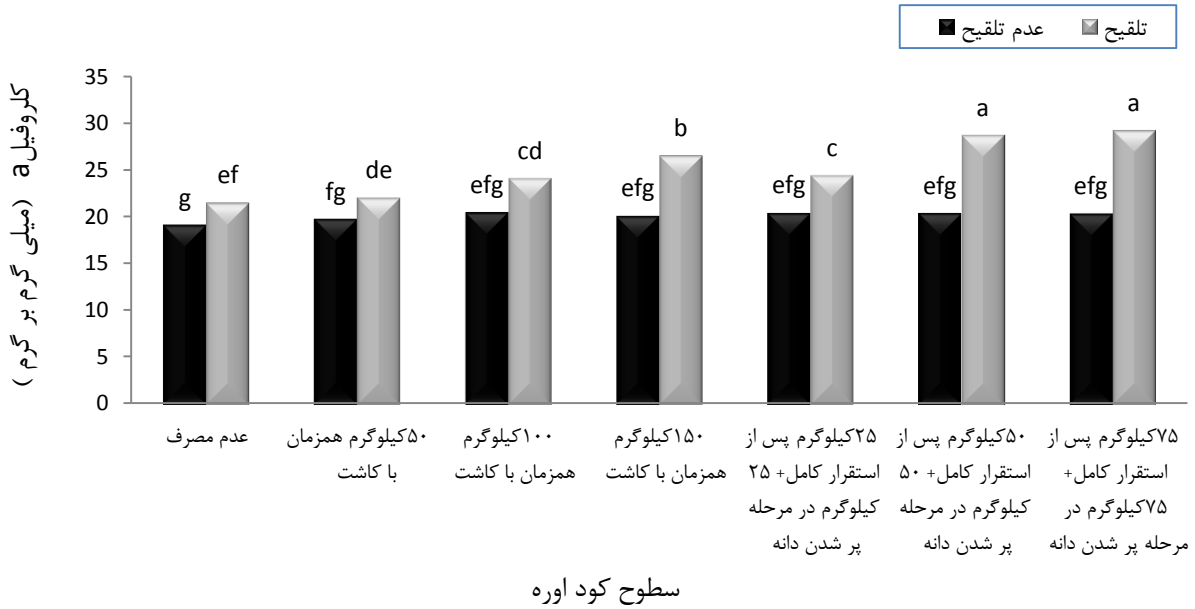
مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل ۴-۲۲) بیانگر این بود که بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در

مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۰/۴۴ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به شاهد اختلاف معنی-داری نداشت. هم چنین بین ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح در سطوح مختلف کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه اختلاف معنی داری وجود نداشت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با باکتری و کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل ۴-۲۲) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۲۶/۵۷ میلی‌گرم برگرم بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل a نسبت به شاهد ۲۷/۹۶ درصد افزایش یافت. مقدار کلروفیل a در ترکیب‌های تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل a با یکدیگر اختلافی نداشتند. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار۲۰ درصد کاهش یافت. مقدار کلروفیل a در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۱۰ درصد کاهش یافت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل ۴-۲۲) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۲۹/۲۵ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به شاهد ۳۴/۵۶ درصد افزایش یافت. مقدار کلروفیل a در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۷/۶۲ درصد کاهش نشان داد. مقدار کلروفیل a در ترکیب تیماری تلقیح و

سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۹/۵۸ درصد کاهش یافت. ترکیب های تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه از نظر مقدار کلروفیل a با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

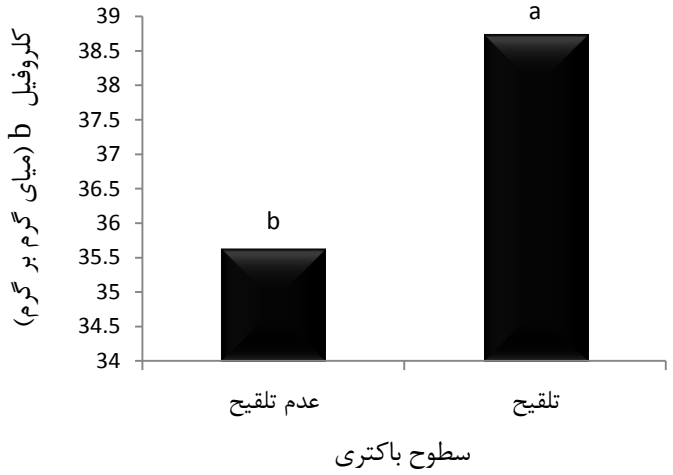


شکل۴-۲۲ : اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در کلروفیل a

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۷- کلروفیل b

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول۴-۴) تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد در مقدار کلروفیل b بود. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به میزان ۳۸/۷۳۸ میلی گرم بر گرم بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل b نسبت به عدم تلقیح ۸ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۲۳).



شکل۴-۲۳- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر کلروفیل b

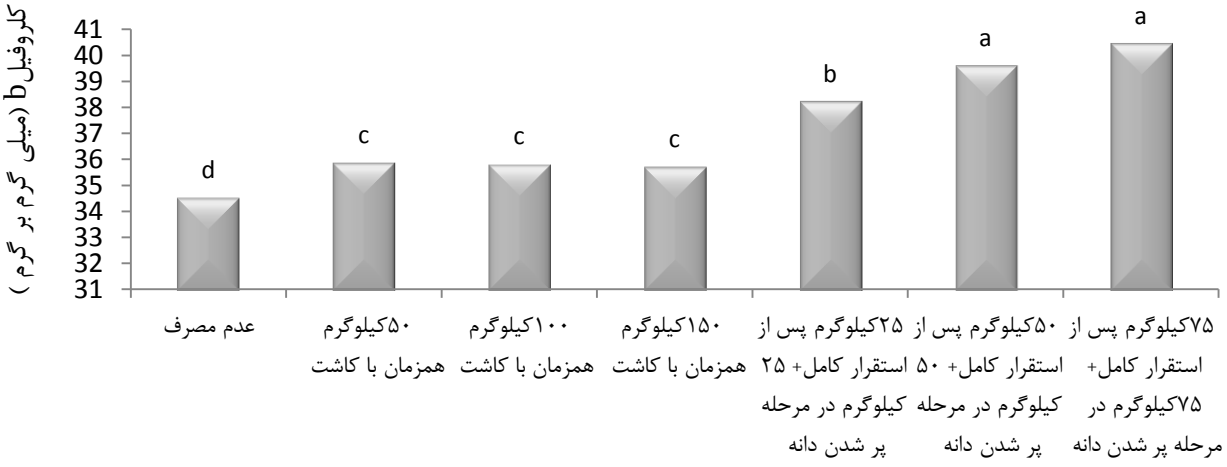
تجزیه واریانس این پژوهش (۴-۴) نشان داد که تقسیط کود اوره بر مقدار کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تقسیط کود اوره نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۴۰/۴۶ میلی گرم بر گرم بود که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل b نسبت به شاهد ۱۴/۶۰ درصد افزایش یافت (شکل۴-۲۴).

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (۴-۲۴) نشان داد که مقدار کلروفیل b در تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵

کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۳/۷۳، ۳/۵۷، ۳/۳۰، ۹/۶۴، ۱۲/۷۷ افزایش یافت.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۴) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b از تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۳۵/۸۹ میلی گرم بر گرم بدست آمد. بین تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل b با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

طبق نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۴) بیشترین مقدار کلروفیل b از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۴۰/۴۶ میلی گرم بر گرم بدست آمد. مقدار کلروفیل b در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۳/۵۸ درصد کاهش یافت. مقدار کلروفیل b در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۵/۸۰ درصد کاهش نشان داد. مقدار کلروفیل b در بین تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه با یکدیگر از نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل۴-۲۴- اثر تقسیط کود اوره بر کلروفیل b

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (۴-۴) نشان داد که اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره برای صفت کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره (شکل۴-۲۵) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۴۳/۴۱ میلی گرم بر گرم بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل b نسبت به شاهد ۲۴/۱۶ درصد افزایش یافت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره (شکل۴-۲۵) نشان داد که مقدار کلروفیل b در ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+

۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود؛ تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۴/۹۳، ۶/۳۴، ۸/۶، ۹/۹۸، ۱۰/۲۰، ۱۲/۲۳، ۹/۰۱، ۱۱/۳۸، ۹/۸۳، ۷/۰۸، ۱۷/۵۳، ۲۲/۶۵ درصد افزایش یافت.

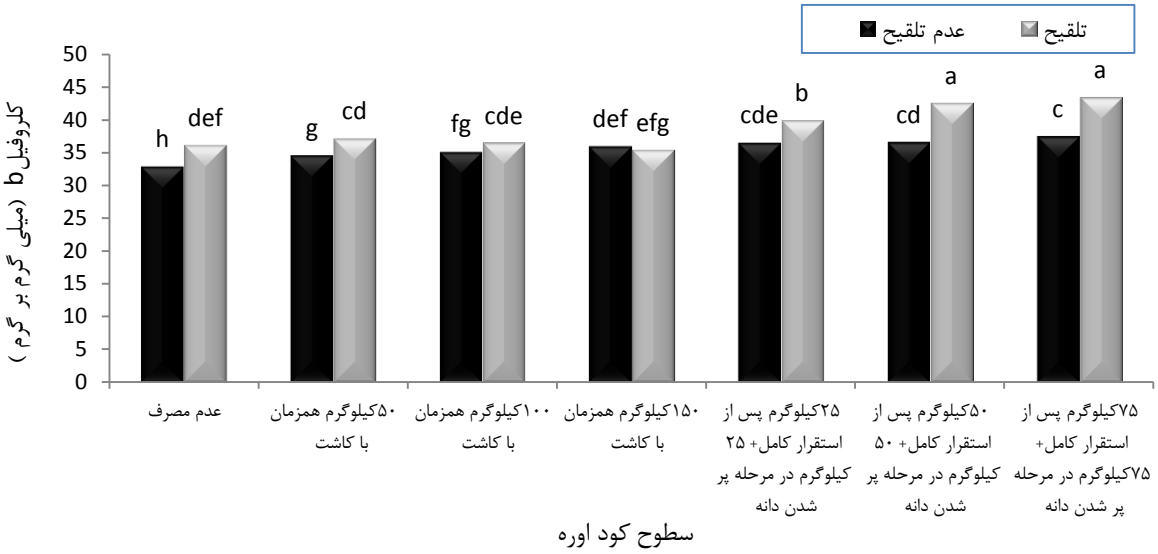
مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۵) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۳۶/۰۲ میلی گرم بر گرم بدست آمد. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل b اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۵) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۷/۵۱ میلی گرم بر گرم بدست آمد. بین سایر ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و سطوح مختلف کودی اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود نداشت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۵) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۳۷/۱۵ میلی گرم بر گرم بدست آمد. ترکیب‌های تیماری

تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار؛ تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل b با یکدیگر تفاوتی نداشتند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح بذر با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۵) حاکی از آن بود که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۴۳/۴۱ میلی گرم بر گرم بدست آمد. مقدار کلروفیل b در ترکیب‌های تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه کاهش ۶/۶۱ درصدی از خود نشان داد. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۸/۱۲ درصد مقدار کلروفیل b کاهش یافت. مقدار کلروفیل b در ترکیب‌های تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در اختلاف معنی‌داری نداشتند.

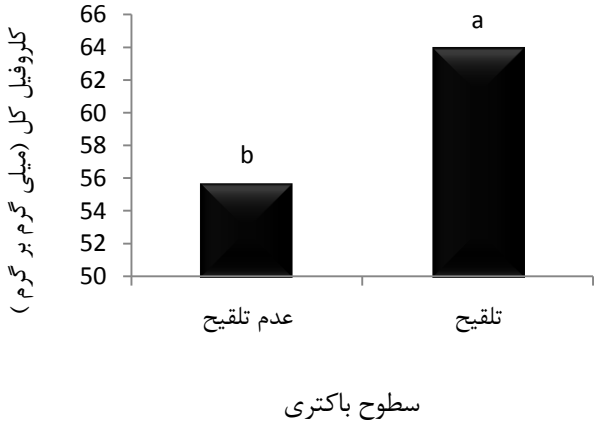


شکل۴-۲۵- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر کلروفیل b

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۸- کلروفیل کل (a+b)

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (۴-۴) نشان داد که اثر تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل از تیمار تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به میزان ۶۳/۹۸ میلی گرم بر گرم بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار کلروفیل کل افزایش ۱۲ درصدی نسبت به تیمار عدم تلقیح از خود نشان داد (شکل۴-۲۶).



شکل۴-۲۶- اثر باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر کلروفیل کل

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴-۴) معنی‌دار بودن تقسیط کود اوره را بر کلروفیل کل در سطح ۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین این صفت (شکل۴-۲۷) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۶۵/۲۶ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به شاهد ۱۵/۹۰ درصد افزایش نشان داد. مطالعات اخیر حاکی از آن است که یک رابطه نزدیک بین میزان

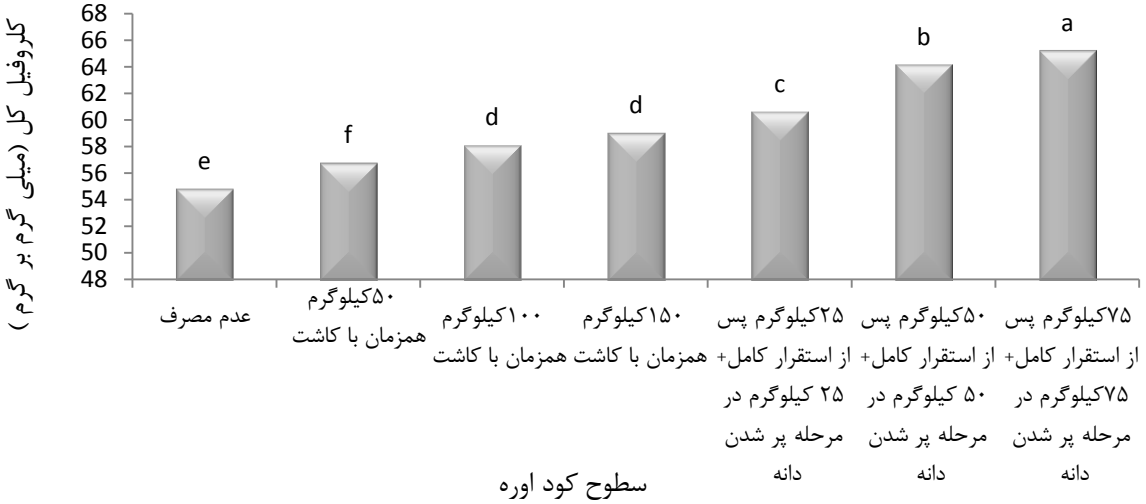
غلظت کلروفیل برگ و محتوای نیتروژن وجود دارد، زیرا بخش عمده نیتروژن برگ در مولکول کلروفیل قرار دارد (پترسون و همکاران، ۱۹۹۳).

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره (شکل۴-۲۷) نشان داد که مقدار کلروفیل کل در تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار همزمان با کاشت؛ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به ترتیب نسبت به شاهد افزایش ۳/۳۹، ۵/۶۲، ۷/۰۹، ۹/۵۷، ۱۴/۵۳ درصدی نشان داد.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۷) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل از تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۵۹/۰۷ میلی گرم بر گرم بدست آمد. مقدار کلروفیل کل در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲ درصد کاهش یافت. مقدار کلروفیل کل در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۳ درصد کاهش یافت. بین تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مقدار کلروفیل کل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

مقایسه میانگین تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۷) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در این مرحله از تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۶۵/۲۶ میلی گرم بر گرم بدست آمد. مقدار کلروفیل کل در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۵ درصد کاهش یافت. مقدار

کلروفیل کل در تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۷ درصد کاهش یافت. این صفت در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱/۶ درصد کاهش یافت. طبق نظر سینکر و دیوید (۱۹۷۶) نیاز سویا به نیتروژن در طول مرحله پر شدن دانه‌ها به شدت افزایش می‌یابد و این مرحله مصادف با کاهش کارایی گره‌های تثبیت‌کننده در تأمین نیازهای گیاه است، بنابراین اگر نیتروژن خاک کافی نباشد گیاه با تحرک مجدد نیتروژن از بافت‌های رویشی به دانه‌ها موجب ریزش برگ‌ها و پیری زودرس می‌شود.



شکل۴-۲۷- اثر تقسیط کود اوره بر کلروفیل کل

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس کلروفیل کل (۴-۴) نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره در سطح ۱ درصد بود. مقایسه میانگین این صفت (شکل۴-۲۸) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۷۲/۶۶ میلی گرم بر گرم بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار نسبت به شاهد ۲۸ درصد افزایش یافت. ریوز و رومرو (۱۹۹۹) گزارش کردند حداکثر بازدهی نیتروژن زمانی است که مقدار و زمان مصرف کود با نیاز گیاه هماهنگ باشد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و تقسیط کود اوره کلروفیل کل (شکل۴-۲۸) نشان داد که مقدار کلروفیل کل در ترکیب‌های تیماری عدم تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و عدم مصرف کود؛ تلقیح و ۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۰۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و ۱۵۰ کیلوگرم اوره همزمان با کاشت؛ تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه؛ تلقیح و سطح کودی۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به شاهد ۴/۳۳، ۶/۴۳، ۷/۲۸، ۸/۶۶، ۸/۸۲، ۱۰/۰۳، ۹/۷۵، ۱۲/۰۷، ۱۴/۱۶، ۱۶/۰۳، ۱۹/۱۳، ۲۷/۰۱ درصد افزایش یافت.

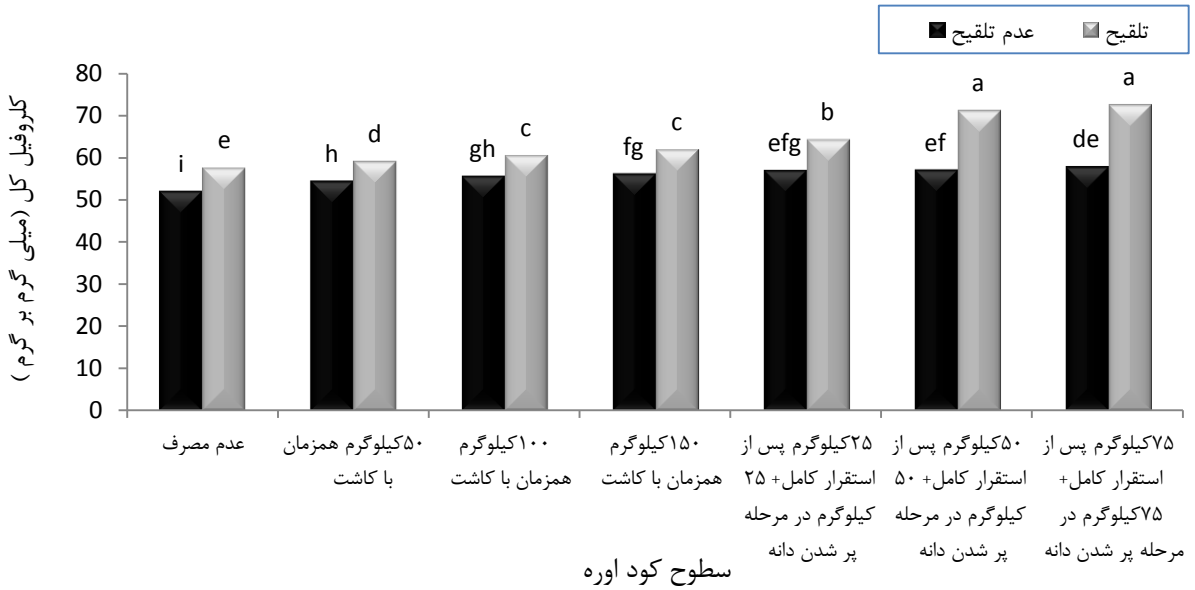
مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۸) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در این مرحله مربوط به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۵۶/۱۵ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۷/۲۸ درصد افزایش یافت. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل کل با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. مقدار کلروفیل کل در ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نسبت به ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۳/۱۷ درصد کاهش یافت. ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر مقدار کلروفیل کل اختلاف معنی‌داری نداشتند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل عدم تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۸) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در این مرحله از ترکیب تیماری عدم تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۵۷/۸۷ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۰/۰۳ درصد افزایش یافت. مقایسات میانگین این صفت نشان داد که مقدار کلروفیل کل در ترکیب-های تیماری عدم تلقیح و سطوح مختلف کودی در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله همزمان با کاشت (شکل۴-۲۸) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به میزان ۶۲ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۶/۰۳ درصد افزایش یافت. مقدار کلروفیل کل در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰

کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۲/۳۷ درصد کاهش یافت. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار ۴/۷۱ درصد کاهش نشان داد. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار از نظر این صفت با یکدیگر تفاوت خاصی نداشتند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره در مرحله استقرار کامل و پر شدن دانه (شکل۴-۲۸) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در این مرحله از ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه به میزان ۷۲/۶۶ میلی گرم بر گرم بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/۳۶ درصد افزایش یافت. مقدار کلروفیل کل در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۰/۷۹ درصد کاهش یافت. مقدار کلروفیل کل در ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه ۱۲/۸۶ درصد کاهش یافت. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه نسبت به ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+ ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه در مقدار کلروفیل کل با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند.



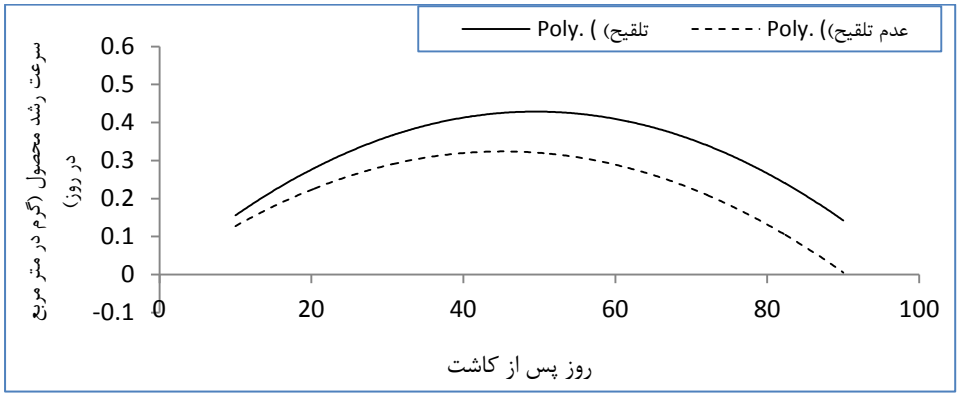
شکل۴-۲۸- اثر متقابل باکتری و تقسیط کود اوره بر کلروفیل کل

(میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)

۴-۹- سرعت رشد محصول (CGR)

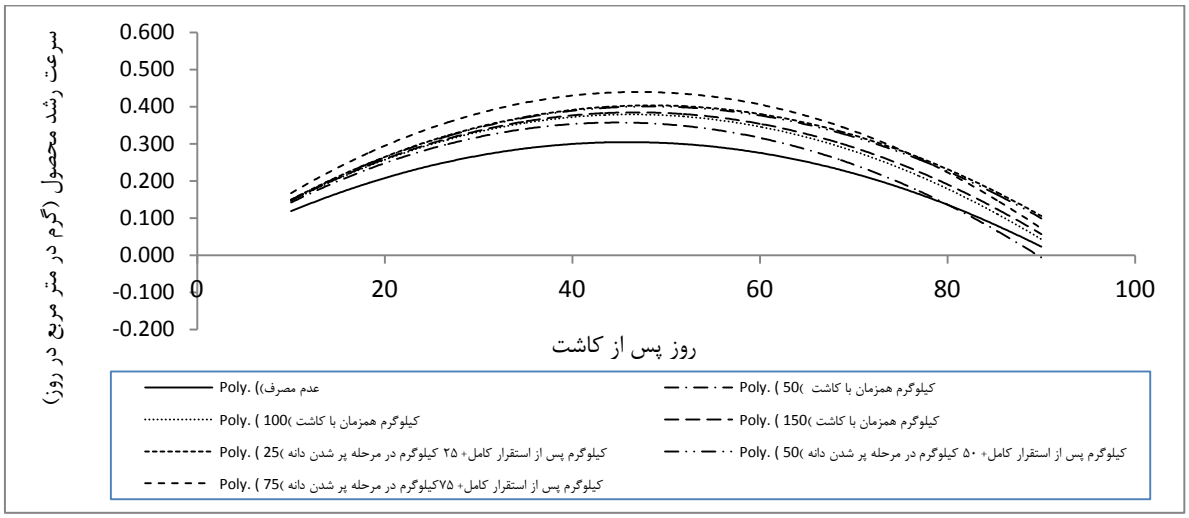
سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح زمین می‌باشد. به عبارت دیگر سرعت رشد محصول، افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین و در واحد زمان می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می‌شود، سرعت رشد محصول کم می‌باشد. با نمو گیاهان افزایش سریعی در CGR پدید می‌آید، زیرا سطح برگ توسعه یافته و نور کم‌تری از لابلای شاخ و برگ به سطح خاک نفوذ می‌کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). با توجه به شکل‌های (۴-۲۹ و ۴-۳۰) مشاهده می‌شود که در اوایل فصل رشد CGR همراه با افزایش شاخص سطح برگ به سرعت افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود روند نزولی نشان می‌دهد. مشاهده چنین روندی به علت افزایش تدریجی و فزاینده جذب تشعشع همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده در گیاهان می‌باشد. به طوری که با گذشت زمان، سرعت تجمع ماده خشک پس از رسیدن به حد نهایی خود در اثر سایه-اندازی اندام‌های فوقانی روی برگ‌ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه و پیر شدن و اتلاف برگ‌ها کاهش یافته و CGR رو به تنزل می‌گذارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). کافی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که در اغلب گیاهان زراعی سرعت رشد محصول با شروع دوره زایشی به حداکثر مقدار خود می‌رسد و با رسیدگی گیاه، به دلیل توقف رشد و بویژه پیری برگ‌ها کاهش می‌یابد. هر قدر حداکثر سرعت رشد محصول از نظر فنولوژیکی در مرحله دیرتری حاصل شود، از نظر تطبیق بهتر آن با نیازهای مقصد و استفاده مستقیم از تولیدات فتوسنتزی جاری، برای رشد دانه‌ها مناسب‌تر خواهد بود. نتایج آزمایش نشان داد که گیاهان تلقیح شده با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم نسبت به گیاهان تلقیح نشده با باکتری از سرعت رشد بیشتری برخوردار بودند (شکل۴-۲۹) که این افزایش میزان سرعت رشد در گیاهان تلقیح شده را می‌توان به افزایش کارایی جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط

گیاه، افزایش و توسعه سطح ریشه، جذب بیش‌تر آب و عناصر غذایی و افزایش راندمان گیاه در تولید و توزیع مواد فتوسنتزی به بخش‌های مختلف گیاه نسبت داد.



شکل۴-۲۹- روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط تلقیح باکتری

نتایج حاصل از این تحقیق (۴-۳۰) نشان داد که با افزایش سطح کود اوره، سرعت رشد محصول نیز افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیش‌تر نور توسط کانوپی باشد. همان گونه که در شکل (۴-۳۰) مشاهده می‌شود، تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار پس از استقرار کامل+۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در مرحله پر شدن دانه بیش‌ترین سرعت رشد گیاه را به خود اختصاص داده است.



شکل۴-۳۰- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تقسیط کود اوره

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شامل موارد زیر می‌باشد:

۱-در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت کاربرد کودهای زیستی از نوع باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، با تأثیر بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو می‌تواند از طریق اثر هم‌افزایی برای عوامل تقویت کننده رشد و نمو موجب افزایش سرعت رشد و در نهایت عملکرد و اجزای عملکرد شده.

۲-اثر اصلی باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بر روی تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار و سبب افزایش در این صفات شد که به علت افزایش تثبیت زیستی نیتروژن، تسهیل جذب مواد غذایی، تولید هورمون‌های گیاهی و مقاومت در برابر بیماری‌ها توسط باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم بود .

۳- اثر اصلی تقسیط کود اوره بر روی تمامی صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد. میزان جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشد محدود می‌باشد و نیتروژن اضافی از دسترس گیاه خارج می‌شود. بخصوص در هنگام کاشت، گیاه توانایی چندانی برای جذب نیتروژن زیاد ندارد، بنابراین به‌کار بردن کود نیتروژن کمتر در زمان کاشت و مصرف بقیه آن در طول دوره حداکثر رشد رویشی گیاه، عملکرد را افزایش می‌دهد. زیرا در زمان رشد رویشی سریع، رشد اندام‌های هوایی از جمله شاخص سطح برگ در حداکثر خود قرار می‌گیرد. اضافه کردن کود در زمان بعد از گل‌دهی نیز باعث می‌شود توزیع مواد غذایی به خوبی صورت گیرد و رقابت برای مواد غذایی کاهش یابد.

۴-ترکیب تیماری تلقیح با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و سطح کودی ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در استقرار کامل + ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار کود در مرحله پر شدن دانه سبب افزایش تعداد دانه در غلاف، درصد پروتئین، وزن خشک دانه، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل شد. همچنین اثر متقابل تلقیح با باکتری و تقسیط کود اوره بر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نشد.

توصیه‌ها و پیشنهادات

۱- اجرای آزمایش حداقل یک سال دیگر و در مکان دیگر.

۲-مطالعات گسترده‌تر در مورد تأثیر سایر کودهای شیمیایی نیتروژنه (نیترات آمونیوم-سولفات آمونیوم-نیترات سدیم) بر گونه‌های مختلف باکتری ریزوبیوم روی سویا.

۳-انجام مجدد آزمایش‌های دیگر با کاربرد باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در سطوح مختلف کاربرد کودهای نیتروژنه و بررسی تاثیر آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا.

۴-انجام مجدد آزمایش‌های دیگر و بررسی تقسیط کود اوره در گیاهان مختلف.

منابع

آتکینز د، (۱۳۷۳) ***" آنالیزهای رشد گیاهان زراعی"*** ترجمه کریمی، م. و م. عزیزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

آلیاری ه. و شکاری، ف، (۱۳۷۹) ***" دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی)"*** انتشارات عمیدی، تبریز. ۱۸۲ صفحه.

احمدی م ر، (۱۳۷۸) ***" کیفیت و کاربرد دانه دانه های روغنی"*** نشر آموزش کشاورزی. ۱۱۳ صفحه.

احمدی محمدرضا و جاویدفر فرزاد، (۱۳۷۷) ***" تغذیه گیاه روغنی کلزا"*** (ترجمه) تهران، شرکت سهامی توسعه کشت دانه های روغنی.

اردکانی م ر، (۱۳۷۴) ***" بررسی اثرات سموم علفکش و قارچ کش بر تثبیت بیولوژیکی ازت و عملکرد دانه سویا"*** پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

اسدی رحمانی ه ن، صالح راستین و ا سجادی، (۱۳۷۹) ***" بررسی امکان پیش بینی ضرورت تلقیح سویا بر اساس تعیین تعداد باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و شاخص فراهمی ازت در خاک"*** مجله آب و خاک. ۱۲(۷) : ۳۲-۲۱.

اصغرزاده و همکاران، (۱۳۷۹) ***"بررسی پتانسیل تثبیت ازت در همزیستی سویه های بومی مزوریزوبیوم با دو رقم نخود مورد کشت در ایران"*** ویژه نامه بیولوژی ، جلد ۱۲، شماره ۷، صفحه ۳۳-۴۵.

علی اصغرزاده ن، ۱۳۸۱ ***" تأثیر میکروارگانیسم های حل کننده فسفات و برادی رایزوبیوم جاپونیکوم بر روی محصول و جذب مواد غذایی بر روی سویا"*** پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تبریز دانشکده کشاورزی،گروه خاک شناسی. صفحه ۷۲-۸۲ .

علی اصغرزاده ن، (۱۳۷۶) ***" میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک"*** (ترجمه) چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز.

بهرام ر زیادلو ص، و مختارپور ح، (۱۳۸۰) ***" دستورالعمل های فنی تولید محصولات مختلف زراعی و باغی در استان گلستان"*** کتابچه ترویج، ۱۵۲صفحه.

پازکی ع، (۱۳۷۹) ***" بررسی و اندازه گیری اثر تنش آب بر ویژگی های فیزیولوژیک و شاخص های مقاومت به خشکی دو رقم کلزا"*** پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. ۲۶۰ صفحه.

جامی‌الاحمدی م، کامکار ب، و مهدوی دامغانی ع ا، (۱۳۸۵) ***"کشاورزی، کود و محیط زیست"*** (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۷۲ ص.

خادمی ز، (۱۳۷۷) ***" بررسی تأثیر زمان مصرف و تقسیط کود نیتروژنه بر عملکرد و درصد پروتئین گندم"*** مجله علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب ۱۲: (۵) ۹-۱۸.

خاوازی ک، ملکوتی م ج، و نورقلی پور ف، (۱۳۸۰) ***"تاثیر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد کمی و کیفی سویا و اثرات باقی مانده آن بر ذرت"*** اولین سمینار ملی توسعه صنایع کود شیمیایی و آفت کش های نباتی.

خلدبرین ب ، اسلام زاده ط، (۱۳۸۴) ***"تغذیه معدنی گیاهان عالی"*** (ترجمه). انتشرات دانشگاه شیراز، چاپ دوم ، جلد اول ،صفحه ۲۵۹.

خواجه پور م ر، (۱۳۸۸) ***" اصول و مبانی زراعت"*** نگارش سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۶۵۴ صفحه.

خواجه پور م ر، (۱۳۸۳) ***" گیاهان صنعتی"*** انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۲ صفحه.

خواجه پور م ر، (۱۳۸۵) ***" گیاهان صنعتی"*** (چاپ دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

درزی م ت، قلاوند ا، رجالی ف و سفیدکن ف، (۱۳۸۵) ***" بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (Foeniculum vulgar Mill)"*** فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۲، شماره ۴.

راعی ی، صدقی م، و سیدشریفی ر، (۱۳۸۷) ***"آثار تلقیح برادی ریزوبیوم، کاربرد اوره و وجین علف هرز بر روند رشد و سرعت پر شدن ۸۱ -دانه در سویا"*** مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۳ ، صفحات ۹۱.

رستگار م ع، (۱۳۷۱) **" دیمکاری"** انتشارات برهمند .۲۴۰ صفحه.

رحمتی م، م عزیزی، م حسن زاده خیاط و ح نعمتی، (۱۳۸۸) ***"بررسی تاثیر سطوح مختلف تراکم بوته و نیتروژن بر صفات مورفولوژیک، عملکرد، میزان اسانس و درصد کامازولن گیاه بابونه رقم بودگلد"*** .مجله علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳: ۲۷-۳۷.

زرین کفش م، (۱۳۷۱) ***" حاصلخیزی خاک و تولید"*** انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ صفحه.

سالاردینی ع ا، (۱۳۶۶) ***" حاصلخیزی خاک"*** انتشارات دانشگاه تهران. چاپ سوم. تهران. ۴۴۲ صفحه.

سرمدنیا غ، و کوچکی ع، (۱۳۶۸) ***" فیزیولوژی گیاهان زراعی"*** انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سعادت لاجوردی ن، و ب یزدی صمدی، و ک سعادتی، (۱۳۵۴) ***"مطالعه اثر باکتری ریزوبیوم و کود ازته در عملکرد و سایر صفات زراعی سوژا"*** دهمین سمینار تحقیقات دانه های روغنی. دانشگاه شیراز.

شریفی عاشورآبادی ا، (۱۳۷۸) ***" بررسی تاثیر حاصلخیزی خاک در اکوسیتم‌های زراعی"*** پایان نامه دکتری، رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

شیرانی راد ا ح، (۱۳۷۳) ***"بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روند رشد و صفات زراعی دو رقم کلزا"*** پایان نامه کارشناسی ارشد .دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده کشاورزی.

شیرانی راد ا ح، و دهشیری ع، (۱۳۸۱) ***" راهنمای کلزا(کاشت ، داشت و برداشت) "*** سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی نشر آموزش کشاورزی، ۱۱۶ صفحه.

صالح راستین ن، (۱۳۸۰) ***"کودهای بیولوژیک و نقش آن ها در راستای نیل به کشاورزی پایدار"*** صفحه ۱-۵۴

فتحی ق ا، (۱۳۷۸) ***" رشد و تغذیه گیاهان زراعی"*** (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

فرجی ا، و ا میرلوحی، (۱۳۷۵) ***" اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج در اصفهان"*** مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ج ۲. ش ۳، ص ۲۵-۳۳.

فرنیا امین، (۱۳۷۷) ***" بررسی تاثیر نژادهای ریزوبیوم جاپونیکوم بر جنبه های فیزیولوژیکی رشد و نمو ارقام سویا"*** پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول.

فلاح ولیمحمد، (۱۳۷۹) ***"پلات شاهد- توصیه علمی کود ازته در برنج بدون انجام آزمون بدون خاک"*** نشریه شماره ۲۱۵- مرکز اسناد و مدارک علمی کشور.

فلاح ولیمحمد، (۱۳۶۳) ***"راهنمای معرفی کودهای شیمیایی در شالیزار"*** نشریه فنی شماره ۶۵۰- مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تات.

کاظمی ش، س گالشی، ا قنبر، و غ ع کیانوش، (۱۳۸۴) ***"بررسی آثار تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم سویا"*** علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴): ۲۰-۲۶.

کاظمی اربط ح، (۱۳۷۸) **" زراعت خصوصی جلد اول(غلات) "** مرکز نشر دانشگاهی، ص ۲۵۳.

کوچکی ع، و سرمدنیا غ م، (۱۳۷۸) ***"فیزیولوژی گیاهان زراعی "*** (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.

کوچکی ع ، و سرمدنیا غ م، (۱۳۸۲) ***"فیزیولوژی گیاهان زراعی "*** انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.

لطیفی ن، (۱۳۷۲) ***"زراعت سویا"*** (ترجمه)، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۲ صفحه.

مختارپور ح، (۱۳۸۳) ***"کشاورزی در استان گلستان"*** گرگان: روابط عمومی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

مصیبی ع، (۱۳۸۷) ***"بررسی الگوی کاشت، تراکم و منابع نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت"*** پایان نامه ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود.

مظاهری د، مجنون حسینی ن، (۱۳۹۰) ***" مبانی زراعت عمومی"*** چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران.۴۱۲ صفحه.

مظاهری تیرانی م، و رضوی م، (۱۳۷۴) ***"فرآورده های غذایی سویا"*** (ترجمه). چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۲۵ صفحه.

ملکوتی ج، و ریاضی همدانی س ع، (۱۳۷۰) ***"کودها و حاصلخیزی خاک"*** (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ اول. تهران. ۸۰۱ صفحه.

ملکوتی م ج، (۱۳۸۴) ***"کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران"*** انتشارات سنا.ص ۱۵۰-۱۶۰.

ملکوتی م ج، و م نفیسی، (۱۳۷۱) ***"مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم"*** انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۴۰ صفحه.

ملکوتی م ج، (۱۳۸۴) ***"کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران"*** نشر سنا. ۴۹۶ ص.

ملکوتی م . ج، و م همایی، (۱۳۸۳) ***" خاص لخیزی خاک های مناطق خشک و نیمه خشک "*** چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

مهدی پور آ، رضایی م ع، اصغرزاده ا، و چراتی ع، (۱۳۸۸) ***"بررسی اثر سویههای مختلف باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر جذب ریز مغذیها در اندام هوایی و عملکرد دانه در گیاه سویا"*** فصلنامه پژوهشی علوم گیاهی، شماره ۱۶ ، سال چهارم، شماره ۴ زمستان. ۴۰ -صفحات ۳۳.

میرزایی ح، (۱۳۸۳) ***" پروتئین سویا"*** تهران. نشر علوم کشاورزی.

ناصری ف، (۱۳۷۵) ***" دانه‌های روغنی"*** موسسه چاپ و نشر آستان قدس رضوی. مشهد. ۳۲۵ صفحه.

ناصری ف ، (۱۳۷۰) ***" دانه های روغنی"*** انتشارات آستان قدس رضوی مشهد، ۵۷۲ صفحه.

نجات پیرولی بیرانوند ، ناهید صالح راستین ، میراحمد موسوی شلمانی ، (۱۳۸۵) ***" مطالعه توان تثبیت نیتروژن مولکولی سه رقم اصلی سویای کشور در همزیستی با باکتری برادی ریزوبیوم جاپونیکوم به روش رقت ایزوتوپی نیتروژن-۱۵ در ایران"*** مجله علوم و فناوری هسته ای ،شماره ۳۶ صفحات ۱-۶.

Adediran J A, Taiwo L B, Akande M O, Sobulo R A, and Idowu O J. (2004) ***"Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria "*** Journal of Plant Nutrition 27: 1163-1181.

Anderson G. (1980) ***"Assessing organic phosphorus in soils "*** In: Khasawneh F.E., E. C. Sample and E. J. Kamprath. (Eds.) Role of phosphorus in agriculture .(pp.411-432). Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Ancheny L, Jianming X, And Xiaoe Y, (1993) ***"Effect of nitrogen (NH4 NO3) supply on absorption of ammonium and nitrate by conventionat and hybrid rice during reproductive growth "*** In N.J.Barrow (Edo, Plant Nutrition- from Genetic Engineering to Field Practice, PP. 537-540. Kluwer Academic publishers.

Antoun H, And C Beauchamp, (1998) ***"Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes "*** Plant and soil, 204:57-67.

Azizpour M H, (1996) ***"Effect of time of foliar application of nitrogen at various growth stage of sugar beet and the pattern of nitrogen uptake "*** Final report of Sugar Beet Seed Institute. (In Persian with English abstract).

Baldani J I, Caraso L, Baldani V L D, Gpri S R, and Dobereiner J, (1997) ***"Recent advances in BNF with non legume plants "*** Soil Biology and Biochemistry, 29: 911-922.

Barry D A J, And M H Miller, (1989) "***Phosphorus nutritional requirement of maize seedlings for maximum yield "*** Agron. J. 81: 95-99.

Basnet T B, et al. (1974) ***"Influence of altitude on seed yield and other characters of soybeans in Sikkim (Himalayan kingdom) "*** Agron. J. 66:531-3.

Benjamin J Cr, L K Porter, H R Duke, L R A huja, and G Butters, (1998) ***"Nitrogen movment with farrow irrigation method and fertilizer band placement "*** Soil. Sci. Soc. Am. J.62: 1103-1108 .

Biswas J C, Ladha J K, and Dazzo F B, (2000**)** ***"Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice "*** Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1644-1650.

Boerma H R, and D A Ashley, (1982) ***"Irrigation, row spacing and genotype effects on late and ultralate planted soybean "*** Agron. J. 74:995-999.

Bock B R, (1984) ***"Efficient use of nitrogen in cropping systems. In:Nitrogen in crop production "*** Pp. 273-294.

Bockman O C, (1997) ***"Fertilizer and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients "*** perspective for future agriculture.Plant and soil 194: 11-14.

Brevedan R E, and D B Egli, (2003***) "Short period of water stress during seed filling, leaf senesence and yeild of soybean "*** Crop sci. 43: 2083-2088.

Buxton D R, and Fisher D S, (1996) ***"Forage quality and ruminant utilization "*** P. 229-226. In the book: L. E. Moser, D. R. Buxton, and M. D. Casler (eds) Cool-season forage grasses. American Society of Agronomy Monograph Series 34. Madison, Wisconsin.

Cakmakci R, Kantar F, Sahin F, (2001) ***"Effect of N_2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley "*** J. Plant Nutr. Soil Sci., 164:527-531.

Cakmakci R, (2005a) ***"Bitki geliifliminde fosfat cozucu bakterilerin onemi"*** Selcuk Univ. Ziraat Fakultesi Dergisi. 35: 93-108.

Cakmakci R, (2005b) "***Bitki geliiflimini teflvik eden rizobakterilerintarimda Kullanimi. Ataturk Univ"*** Ziraat Fakultesi Dergisi. 36: 97-107.

Caliskan S, Ozkaya I, and Arslan M, (2008) ***"The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil"*** Field Crops Research 108: 126-132.

Chen Z, Mackenzie A F, and Famous M A, (1992) ***"Soybean nodulation and grain yield as influenced by N-fertilizer rate, plant population density and cultivar in southern Quebec"*** Canadian Journal of Plant Science 72: 1049-1056.

Chesney H A H, (1973) ***"Performance of soybean [Glycin max. (L.) merr.] in the wet tropics as affected by nitrogen , Phosphorus and potassium"*** Agron. J. 65: 887-889.

Cobley L S, (1965) ***"The Botany of Tropical Crops"*** Longman, London (Rivised end. 1976).

Dobereiner J, (1997) ***"Biological nitrogen fixation in the tropics"*** social and economic contributions: Soil Biol. Biochem., 29: 771-774.

Dobbelaere S, Vanderleyden J, and Yaacov Okon Y, (2003) ***"Plant growth promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere"*** Critical Rev. Plant Sci. 22: 107-149.

Doss B D, et.al. (1973) ***"Efeect of soil water stress at various growth stages of soybean yield"*** Agron. J. 66: 297-9.

Emam Y, and Seghat Alslami M J, (2005) ***"Yield of Agricultural Plants (Physiology and Processes)"*** University of Shiraz Press. 594p.

FAO**,** (2010) www.faostat.fao.org accessed on 11 April 2011.

FAS , (2005) ***"Oilseeds: world market and trades"*** Current World Production, Market and trade reports.

Francis D.D, J. S. Schepers, and M. F. Vigil, (1993) ***"Post-anthesis nitrogen loss test in corn"*** Agron.J. 85: 659-663.

Gan Y, Mark B Peoples, (1997) ***"The effect of N fertilizer on N2 fixation , growth and yeild of vegetable soybean "*** Field crops research . 51:221-229.

Gilick B, R Penrose, and M Wenbo, (2002) ***"Bacterial promotion of plant growth"*** Biotechnol. Adv. 19:135-138.

Grundy A, Fraud williams R, Boatman N, (1993) ***"The use of cultivars,crop seed and nitrogen level for the suppression of weeds in winter wheat "*** PP.997-1002.

Gyles, W Randall, Jeffrey A, Vetsch and Jearll, R Huffman, (2003) ***"Corn production on a subsurface drain mollisol as affected by time of application and nitrapyrin "*** Agron.J. 95:R13 – 1219.

Hakan O, (2002**)** ***"Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapseed cultivars "*** Agron. J. 19:453-463.

Hampton J G, and Tekrony D M, (1995) ***"Hanbook of vigour test methods "*** International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland, 730p.

Haynes R J, and R R Sherlock, (1986**)** ***"Gaseous losses of nitrogen "*** Pp: 242-302

Haynes R J. ***Mineral nitrogen in the plant soil system***. Academic. Press. NY.

Harper L A, R R Sharpe, G W Langdale, and J E. Giddens, (1987) ***"Nitrogen evening in a wheat crop soil, plant and aerial nitrogen transport***" Agron. J. 79: 965-973.

Imsand, j. (1992***)*** ***"Agronomic characteristics that identify high yeild,high protein soybean genotypes "*** Agron.J. 84:12-15.

Kaushal T, Onda M, Ito S, Yamazaki A, Fujikake H, Ohtake N, Sueyoshi K, Takahashi Y, and Ohyama T, (2006) ***"Effect of placement of slow- release fertilizer (Lime nitrogen) applied at different rates on growth, N2 fixation and yield of soybean (Glycine max) "*** J. Agronomy & Crop Science, 192: 417-426.

Khalid A, Hendawy Kh, and S F El-Gezawy, E, (2006**)** ***"Ocimum basilicum L. Production under Organic Farming "*** Res J Agri Bio Sci, 2(1): 25-32.

Klaij M C, and Hoogmoed W B, (1993) ***"Soil management for crop production in the West African Sahel "*** II. Emergence, establishment and yield of pearl millet. J. of Soil. Till. Res. 25: 301.

Krishnan H, Jiang A, Krishnan H, And Wieblod W, (2000) ***"Seed storage prottein quality"*** plant sci.2:191-99.

Leesawatwong S, And Rerkasem B, (2003) ***"Nitrogen fertilizer increases protein and reduces breakage of rice cultivar chain at 1"*** IRRN. 29:67-68.

Linn D M, and J W Doran, (1984) ***"Effect of water filled pore space on carbon dioxcid and nitrous oxide production in tilled and no tilled soils"*** Soil.Sci.Soc.Am.J. 48: 1268-1272.

Lombardo D, (1991) ***"nitrogen fixation in legumes"*** J . Prod.Agric.2:281-283.

Magdof F R, (1992) ***"Minimizing nitrate leaching, agriculture production, how good can we get. Common"*** Soil. Sci. Plant. Anal. Fert. Res. 41: 1-10.

MILER, K. (1973**)** ***"Components of grain yield in crops"*** Inl.Biol.prog.vol.7.pp.384-385.

Molla A H, Shamsuddin Z H, Halimi M S, Morziah M, and Puteh A B, (2001) ***"Potential for enhancement of root growth and nodulation of soybean co-inoculated with Azospirillum and Bradyrhizobium in laboratory system"*** Annals of Microbiology, 33: 457-463.

Mollafilabi A, Hosseini M, Shoorideh H, And Javaheri A, (2009) ***"Influence of seed rate and nitrogen fertilizer on yield, yield components and essential oil of cumin (Cuminum cyminum L.)"*** Abstrct of 3rd International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Djerba, Tunisia, 26- 28 March: 25.

Mumtaz Akhtar Cheema, Muhammad Saleem and M Asghar Malik, (2001) ***"Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (Brassiea napus L.)"*** Department of Agronomy, University of Agriculture, Faisalabad. Pak. 1. Agri. Sci. Va!' 38 (3-4).

Okon Y, Heytler P G, and Hardy R W F, (1983) ***"N_2 fixation by Azospirillum brasilense and its incorporation into host setaria"*** Italica. Appl. Environ. Microbiol. 46: 694-697.

Osborne S. L, and Riedell W. F, (2006) ***"Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern great plains"*** Agronomy Journal 98:1569-1574.

Ozturk A, Caglar O, sahin F, (2003) ***"Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization"*** J. Plant Nutr. Soil Sci., 169: 262-266.

Peterson T A, Blackmer T M, Francis D D, and Scheppers J S, (1993) ***"Using a chlorophyll meter to improve N management"*** A webguide in soil resource management: D-13 fertility. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA.

Raes Sadat A, (2001) ***"Importance of application of urea fertilizer in corn production"*** farmer. 23: 264 p.

RamRao D M, Kodandaramaiah J, and Reddy M P, (2007**)** ***"Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworn cocoon characters under semiaride conditions"*** Caspian Journal Eny Science 5(2): 111-117.

Raun W R, and G V Johnson, (1999**)** ***"Improving nitrogen use efficiency for cereal production"*** Agron. J. 91: 357-363.

Ray J D, Heatherly L G, and Fritschi F B, (2005) ***"Influence of large amounts of nitrogen on nonirrigated and irrigated soybean"*** Crop Science 46:52-60.

Riuz J M , and Romero L, (1999) ***"Cucuumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply"*** Scientia Hortculture. 82: 309-316.

Romdhane S B, Trabelsi M, Elarbi Aouani M, Lajudi F, and Mhamdi M, (2009) ***"The diversity of rhizobia nodulating chickpea (Cicer arietinum) under water deficiency as a source of more efficient inoculan"*** Soil Biolo Biochem, 41: 2568–2572.

Rosental T, J Gerlik, and L J Wade, (1993**)** ***"Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities"*** Agron. J. 85: 703-705.

Roshni Rashid M d, Fazlul Karim , and Mirza Hasanuzzaman, (2007) ***"Response of Rapeseed (Brassica campestris L.) To Different Nitrogen Doses and Number of Weeding"*** Department of Agronomy, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh. Middle-East Journal of Scientific Research 2 (3-4): 146-150, 2007. ISSN 1990-9233 © IDOSI Publications,

Saha A, Sarkar R K, and Yamagishi Y, (1998) ***"Effect of time of nitrogen application on spikelet differentiation and degeneration of rice"*** Bot. Bull. Acad. Sin.39:119-123.

Salardiny A, (2005) ***"Soil Fertility"*** University of Tehran Press. 434p.

Sayeed Akhtar M, and Siddiqui Z A, (2009) ***"Effects of phosphate solubilizing microorganisms and Rhizobium sp. on the growth, nodulation, yield and root-rot disease complex of chickpea under field condition"*** Afr J Biotechnol, Vol. 8 (15), pp. 3489-3496.

Sharma R S, and Kewat M C, (1996) ***"Response of sesame to nitrogen"*** Field Crop Abstract 49(10): 978-990.

Sharma S, R, G Upadhyay, C R Sharma, and Rameshwar, (2003) ***"Response on growth, physiological parameters and yield of Vigna radiate L"*** Wilczek under rain fed and mid hill conditions of Himachal Pradesh. Indian J Agr Res. 37(1): 52-55.

Skudra I, And A Skudra, (2004**)** ***"Phosphorus concentration in soil and in winter wheat plants"*** Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia [http://www.cropscience.org.au/].

Strong W M, (1986**)** ***"Effects of nitrogen application before sowing compared with effects of split application before and after snowing, for irrigated wheat on the Darling Downs"*** Agric J. Exp Agric. 26: 201-207.

Taylor R S, Weaver D B, Wood C W, and Santen E V, (2005**)** ***"Nitrogen application increases yield and early dry matter accumulation in late-planted soybean"*** Crop Science 45:854-858.

Ulrich A, (1961**)** ***"Plant analysis in sugar beet nutrition, In plant"*** analysis and fertilizer problem,s, Washington, Am. Ints. Soil Sci. PP: 190-211.

Varco J J, (1999) ***"Nutrition and fertility requirements"*** P. 53-70. In L.G. Heatherly and H.F. Hodges (eds.): Soybean Production in the Mid-south. CRC Press, Boca Raton, FL.

Vasillaz F, and Foherman G, (1993) ***"Nitrogen fixation in soybean"*** (D.K whigham, ed).pp.18 . Univ . of Illinois Urbano Champaign.

Vig J C, (1989**)** ***"Effect of nitrogen application time on ear component of maize"*** Crop Sci. 162: 320-324.

Voldeng H D, J F Seitzer, & R I Hamilton (1978) ***"Short-season soybean"*** Can. Agric. 23(4), 3-5.

White P J, (2003). **"*Ion transport*"** In: Thomas B, Murphy D. J, Murray B. G, eds. Encyclopaedia of applied plant sciences. London: Academic Press, 625 634.

Whiteny D A, (1988) **"*Phosphorus facts: Soil, plant, and fertilizer*"** Cooperative Extension Service, Manhattan, Kansas.

Wiersma A, and Orf J, (1992) **"*Early maturing soybean nodulation and performance with selected brady rhizobium japonicum strains*"** pp.348-349.

Yadva P C, Sadhu A C, and Swarnkar P K, (2007) **"*Yield and quality of multi-cut forage sorghum (Sorghum sudanense) as influenced by integrated nitrogen management*"** Indian Journal of Agronomy. 52(4), 330-334.

Yasari E, A M Patwardhan, V S Ghole, O Ghasemi Chapi, and A Asgharzadeh, (2008) ***"Relationship of growth parameters and Nutrients Uptake with Canola (Brassica napus L.) Yeild and yield contribution at different Nutrients Availability"*** Pakistan Journal of biological Sciences. 11: 845-853.

Zada K, Kakar K M, and Shah P**,** (2001) **"*Micronutrient management for grain, yield and quality of inoculated soybean*"** Journal of National Institutes of Health office of Dietary Supplements USDA Agricultural Research Service, National Agricultural Library, 17(1): .23-26.

Zahir A Z, Arshad M, and Frankenberger W F, (2004) **"*Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture*"** Advances in Agronomy. 81:97-168.

Zaidi S F A, (2003) **"*Inoculation with Bradyrhizobium japonicum and fluorescent Pseudomonas to control Rhizoctonia solani in soybean [Glycine max (L) Merr]* "** Annals-of-Agricultural-Research. 24: 151-153.

67- http://keshavarz21.blogfa.com/post-1.aspx

پیوست‌ها

جدول ۴-۱ تجزیه واریانس اجزای عملکرد سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه
تکرار	۳	۴۱۴۲/۷۸۰	۹۴/۹۲۹	۹۱/۵۲۸
باکتری	۱	۱۹۶۵۰/۰۱۸ **	۱۲۰۱۲۵/۳۶۲ **	۱۱۱۸/۴۸۳ **
کود اوره	۶	۱۱۳۷/۶۶۷ **	۸۹۳۶/۷۰۳ **	۳۵/۴۰۲ **
کود * باکتری	۶	۱۱۸/۵۶۰ ns	۵۸۱/۲۷۲ **	۸۶/۲۲۸ **
خطا	۳۹	۲۵۴/۱۶۴	۷/۰۴۷	۲/۷۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۴۷	۱/۶۵	۰/۹۲

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد .

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۳	۳۴۷۲۵۸/۶۰۸	۱۲۳۷۹۴/۴۴۱
باکتری	۱	۳۶۱۵۵۲۱۹/۸۴۱ **	۸۲۵۴۳۹۳۹/۸۵۸ **
کود اوره	۶	۱۷۳۳۳۴۹/۷۳۰ **	۵۰۶۷۹۸۸/۴۶۹ **
کود * باکتری	۶	۶۴۰۷۸۳/۹۴۸ ns	۳۰۶۵۴۶/۵۸۲ **
خطا	۳۹	۳۸۴۱۸۸/۵۶۰	۱۳۷۸۷/۸۳۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲۱/۶۰	۲/۷۴

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد .

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس درصد روغن و پروتئین

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۳	۰/۰۷۸	۱/۶۶۶
باکتری	۱	۳۹/۷۳۲ **	۱۰۳/۹۰۴ **
کود اوره	۶	۱/۸۵۱ **	۴/۴۱۳ **
کود * باکتری	۶	۰/۱۴۱ *	۲/۶۲۴ **
خطا	۳۹	۰/۰۴۴	۰/۱۵۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۳۹	۱/۳۳

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد .

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس کلروفیل a و b و کل

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۳	۱/۳۴۹	۰/۱۶۹	۱/۶۳۳
باکتری	۱	۳۶۹/۹۹۷ **	۱۳۴/۵۵۱ **	۹۵۰/۷۹۳ **
کود اوره	۶	۲۳/۲۹۹ **	۴۰/۳۹۶ **	۱۱۵/۳۴۵ **
کود * باکتری	۶	۱۵/۰۹۳ **	۱۰/۹۲۱ **	۳۸/۱۰۱ **
خطا	۳۹	۲/۱۴۷	۰/۷۱۰	۰/۹۹۹
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۴۶	۲/۲۷	۱/۶۷

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد .

Effect of Inoculation Bradyrhizobium Japonicum Bacteria at Different Levels of Nitrogen on Yield and Yield Components of Soybean

Abstract

In order to study of Bradyrhizobium Japonicum and different divided level of urea on yield and yield components of soybean (*Glycin max L.*), an experiment was carried out as factorial based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications in shahrood university during 2012. Factors including Bradyrhizobium japonicum (with and without application of bacteria) and urea divided levels including (A:blank, B:50 kg/ha, C:100 kg/ha, D:150 kg/ha, E:25 kg/ha after establishment+25 kg/ha at seed filling stage, F:50 kg/ha after establishment+50 kg/ha at seed filling stage, G:75 kg/ha after establishment+75 kg/ha at seed filling stage). The results showed that Bradyrhizobium japonicum significantly affected all of studied traits. Also, divided of urea fertilizer significantly affected all of studied traits. Interaction of Bradyrhizobium japonicum and divided of urea fertilizer significantly affected all of studied traits except grain yield and number of pod per plant. Maximum number of pod per plant, number of seeds per pod, protein percent, chlorophill a, chlorophill b, total chlorophill as well as biological yield were obtained dute to fertilizer treatment 75 kg/ha after establishment+75 kg/ha at seed filling stage. Maximum number of seeds per pod, protein percent, chlorophill a, chlorophill b, total chlorophill were obtained dute to combined inoculation and urea fertilizer 75 kg/ha after establishment+75 kg/ha at seed filling stage.Also, Maximum oil percent were observed for of control treatment.

Key words: Soybean, Biological Fertilizer, Performance, Split Application of Nitrogen

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

Effect of Bradyrhizobium Japonicum Bacteria Inoculation at Different Levels of Urea on Yield and Yield Components of Soybean (*Glycin max* L.)

Mahboobeh Sarrami

Supervisor(s):

Dr. H. Abbasdokht

Advisors:

Dr. A. Gholami

Dr. M. Gholipoor

January 2014